

# **Technická univerzita v Liberci**

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Bakalářský studijní program: strojírenství

Zaměření: řízení výroby

## **Projekt svařovacích linek nového provedení zadních dveří automobilu Superb ve firmě ŠKODA – AUTO a.s. Kvasiny**

**The project of welding assembly lines for a new performing of a rear door  
of the Superb car in Skoda – Auto Company, plc. Kvasiny**

**KOM – 1166**

***Herman Martin***

Vedoucí práce: Doc. Ing. Karel Dušák, CSc.

Konzultant: Ing. Josef Bradáč, Ph.D.

Bc. Pavel Presl

Počet stran: 51

Počet příloh: 4

Počet obrázků: 36

Počet tabulek: 0

19.12.2011





**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**

**Fakulta strojní**

Katedra obrábění a montáže

studijní rok : 2011 / 2012

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Jméno a příjmení: **Martin H E R M A N**

Studijní program : B2341 Strojírenství

Obor : 2301R030 Výrobní systémy

Zaměření : Řízení výroby

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje bakalářská práce na téma:

**Projekt svařovacích linek nového provedení zadních dveří automobilů Superb ve firmě ŠKODA - AUTO a.s. Kvasiny**

Zásady pro vypracování :  
(uveďte hlavní cíle bakalářské práce a doporučené metody pro vypracování)

1. Úvod (charakteristika výrobce, historie, sortiment a objem výroby).
2. Charakteristika objektů (zadních dveří) projektovaných linek.
3. Popis stávajícího výrobního procesu a odpovídajícího systému výroby zadních dveří.
4. Návrh výrobního procesu a systému výroby nového provedení zadních dveří.
5. Zhodnocení návrhu.

Forma zpracování bakalářské práce:

- průvodní zpráva : cca 30 stran textu

- grafické práce : obrázky, tabulky a grafy - dle potřeby

Seznam literatury (uveďte doporučenou odbornou literaturu) :


1. VIGNER, M., ZELENKA, A., KRÁL, M. *Metodika projektování výrobních procesů*. Praha: SNTL, 1984. 592 s., ISBN 04-246-84.
2. KAVAN, M. *Výrobní a provozní management*. 1 vyd. Praha: GRADA, 2002. 384 s., ISBN 80-247-1479-5.
3. DRASKÝ, J. *Technologické projektování výroby strojůren*. 1 vyd. Praha : SNTL, 1963, 205 s.
4. MUTHER, R. *Systémové projektování*. 1 vyd. Praha : SNTL, 1970, 198 s. ISBN 04-321-69.
5. TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby a nákupu*. 1 vyd. Praha : GRADA, 2007. 384 s., ISBN 80-247-1479-5.

Vedoucí bakalářské práce:


Doc. Ing. Karel Dušák, CSc.

Konzultant bakalářské práce:

Ing. Josef Bradáč, Ph.D.  
Bc. Pavel Presl

  
Doc. Ing. Jan Jersák, CSc.  
vedoucí katedry



  
Doc. Ing. Miroslav Malý, CSc.  
děkan

V Liberci, dne 07. 11. 2011

---

Platnost zadání bakalářské práce je 15 měsíců od výše uvedeného data. Termíny odevzdání bakalářské práce jsou určeny pro každý studijní rok a jsou uvedeny v harmonogramu výuky.

**Projekt svařovacích linek nového provedení zadních dveří automobilu  
Superb ve firmě ŠKODA - AUTO a.s. Kvasiny**

*ANOTACE:*

Předmětem bakalářské práce je návrh svařovacích linek pro nové provedení zadních dveří automobilu Škoda Superb (varianty limuzína a kombi). V první řadě se jedná o popis současné metody projektování, dále práce popisuje současný stav svařovacích linek. Hlavní částí je návrh postupu výroby pro nové provedení dveří a rozmístění komponent ve svařovacích linkách. Nakonec se zabývá ekonomickým zhodnocením návrhu.

Klíčová slova: SVAŘOVÁNÍ, ROBOT, LINKA

**The project of welding assembly lines for a new performing of a rear door of the Superb  
car in Skoda – Auto Company, plc. Kvasiny**

*ANNOTATION:*

This bachelor thesis deals with an issue of the project of welding assembly lines for a new performing of a rear door of the Superb car (limousine and kombi variation). At first the current designing method is elaborated, next the research paper describes a present state of welding assembly lines. The main part of this work is a draft of a manufacturing procedure for a new performing of a rear door and the arrangement of components in the welding assembly lines. In conclusion, the economical evaluation of the project is concerned.

Key words: WELDING, ROBOT, LINE

Zpracovatel: TU v Liberci, KOM

Dokončeno: 2012

Archivní označ. zprávy:

Počet stran: 51

Počet příloh: 4

Počet obrázků: 36

Počet tabulek: 0

## **Prohlášení**

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na tvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum: 19.12.2011

Podpis

### ***Poděkování***

Rád bych poděkoval všem lidem, kteří mi pomohli k vypracování mé bakalářské práce. Jedná se především o pana Doc. Ing. Karla Dušáka, CSc., který mi věnoval čas při konzultacích. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Janu Pospíšilovi a Bc. Pavlu Preslovi z oddělení Výroby svařovacího nářadí za poskytnutí cenných rad a informací. Panu Ing. Filipu Koliášovi, že mi umožnil psát bakalářskou práci ve Škodě Auto a. s.

### **Seznam použitých zkratek a symbolů:**

a.s.	akciová společnost
HP	hlavní poloha
op.	operace
pozn.	poznámka
SK461	Škoda Superb limuzína
SK462	Škoda Superb kombi
str.	strana
Tu	doba návratnosti investic
VSN	výroba svařovacího nářadí a přípravků
ZV	zadní víko
€	Euro



## Obsah

1. Úvod.....	10
1.1. Historie výroby nářadí ve Škoda Auto, a.s.....	11
1.2. Historie závodu Kvasiny a výroby Superbu .....	12
2. Nástroje digitální továrny a zmapování současných metod, které se používají při návrhu svařovacích linek.....	13
2.1. Softwarové nástroje digitální továrny.....	13
2.2. Proces realizace svařovacích linek .....	16
3. Charakteristika objektů .....	18
4. Analýza současného stavu SK461 a SK462.....	22
4.1. Popis úkonů, které probíhají ve svařovací lince .....	22
4.2. Popis linky SK461 Limuzína.....	25
4.3. Popis linky SK462 Kombi .....	28
5. Návrh výrobního procesu a systému výroby nového provedení zadních dveří.....	31
5.1. Návrh linky SK461 limuzína .....	31
5.1.1. Návrh operací.....	31
5.1.2. Návrh rozmístění komponent linky SK461 limuzína .....	33
5.2. Návrh linky SK462 kombi .....	36
5.2.1. Návrh operací.....	36
5.2.2. Návrh rozmístění komponent linky SK462 kombi.....	38
5.3. Kroky, které budou následovat po návrhu linek .....	41
6. Ekonomické zhodnocení .....	42
6.1. Přímé náklady na SK461 .....	42
6.2. Přímé náklady na SK462 .....	44
6.3. Nepřímé náklady na SK461, SK462.....	46
6.4. Doba návratnosti investic .....	46
7. Závěr.....	47
Seznam obrázků .....	48
Seznam použité literatury: .....	50

## 1. Úvod

Konkurenceschopnost je jedna z nejdůležitějších vlastností dnešního moderního a hlavně úspěšného podniku. V automobilovém průmyslu to platí dvojnásob. Pouze neustálým vývojem a posunem vpřed se může podnik stát úspěšným. V poslední době je kladen velký důraz na zkracování doby vývoje automobilu, automatizaci výrobních linek, na optimalizaci veškerých procesů v podniku atd. Všechny tyto faktory přinášejí úsporu nákladů a ušetření velkého množství času. Jednoduše řečeno cílem automobilky je vyrábět kvalitní auta co nejlevněji a nejefektivněji.

Mezi velmi důležité kroky při výrobě osobních automobilů patří výroba nářadí a přípravků. Ve firmě Škoda Auto a.s. v Mladé Boleslavi se hlavními procesy výroby nářadí a přípravků zabývají 3 oddělení. VSN3 se zabývá výrobou metalurgického nářadí, VSN4 výrobou svařovacího nářadí a přípravků a VSN5 výrobou lisovacího nářadí. Dále se strategickými a podpůrnými procesy při výrobě nářadí zabývají oddělení VSN1, které se zabývá centrálním řízením a hospodařením s nářadím a VSN2, které zajišťuje technický servis výroby nářadí.

A právě v nářadovně v oddělení VSN4 – výroba svařovacího nářadí a přípravků jsem absolvoval vysokoškolskou praxi a nyní jsem zde od října 2011 zaměstnán. Proto jsem bez váhání přijal možnost vypracování mé bakalářské práce v tomto oddělení. Navrhují se zde svařovací linky pro panelové díly osobních automobilů a konstruuji se zde jednotlivé přípravky. Pro návrh, vývoj a stavbu svařovacích linek se používá nástroj zvaný digitální továrna. Digitální továrna má za cíl odkrývat možné chyby v plánování ještě před skutečnou výrobou a napomáhá tak šetřit náklady i čas.

*„Ve společnosti Škoda Auto projekt Digitální továrny dále expanduje a stává se hlavním nástrojem při plánování výroby. Jde o komplexní pojem, který skrývá celou řadu metod, postupů a nástrojů pro podporu průmyslové výroby s využitím nejmodernější výpočetní techniky. Jedna z jednoduchých a zároveň výstižných definicí zní, že Digitální továrna je obrazem reálné výroby. Cesta k tomu, aby tomu tak opravdu bylo, je dlouhá a komplikovaná.“<sup>[1]</sup>*

Byl jsem obeznámen s nástroji digitální továrny a podílím se na projektu SK461 a SK462 Škoda Superb Facelift v Kvasínách. Jedná se o nové provedení zadních dveří (zadního víka) a hlavním úkolem mé bakalářské práce bylo detailní popsání současného stavu, ukázka detailního plánování, návrh nových svařovacích linek a zhodnocení návrhu.

### 1.1. Historie výroby nářadí ve Škoda Auto, a.s.

Historie výroby nářadí v mladoboleslavské automobilce je více než stoletá – stejně jako sama automobilka. Již na samém začátku firmy Laurin a Klement byly v továrně vyráběny různé nástroje. Nakupovalo se pouze univerzální nářadí jako např. kladiva, kleště a podobně. Výroba nářadí jako taková se začala rozvíjet ve 20. letech, kdy došlo ke sloučení společnosti Laurin a Klement s plzeňskými závody Škoda, kde měli s výrobou speciálního nářadí velké zkušenosti.

V 50. letech nastal zásadní technický zlom ve stavbě automobilů i výrobě nářadí, kdy došlo k přechodu z dřevěné karoserie na celokovovou, reprezentovanou vozem Škoda 1200. Stejně i v oblasti odlitků a výkovků vyžadovala velkosériová výroba větší kvalitu nářadí a nástrojů. Největší rozvoj výroby nářadí nastal při zahájení hromadné výroby typu Škoda 1000 MB na začátku 60. let. To už byla velmi rozvinutá výroba karosářského nářadí, tlakových forem pro odlévání hliníku a kovacích zápustek.

S výrobou vozu Octavia, prvního vozu vyvíjeného v rámci koncernu VW, přišla výroba zařízení pro automatické svařování karoserie. Od roku 1994 činí výroba ručních svařovacích pracovišť a automatických svařovacích linek významnou část produkce Výroby nářadí.

Dnešní provozy Výroby nářadí, Škoda Auto, a.s. jsou vybaveny technikou, která dokáže uspokojit všechny potřeby mladoboleslavské továrny i požadavky všech dalších koncernových zákazníků na včasné a kvalitní dodávky metalurgického, lisovacího a svařovacího nářadí (viz obr. 1).



Obr. 1: Nářadovna v Mladé Boleslavi

## 1.2. Historie závodu Kvasiny a výroby Superbu

Historie závodu v Kvasinách sahá do roku 1934 a je spojena se značkou JAWA. Vyráběly se zde motocykly, automobily a karoserie. V roce 1949 se závod stává součástí Škoda Auto a výroba se soustřeďuje hlavně na automobily. Vyráběly se zde automobily jako je např. Škoda Roadster, Škoda 450 (známější později jako Felicia) nebo Škoda Octavia. Ve druhé polovině 60. let se závod přeorientoval na výrobu náhradních karoserií pro vozy jako Škoda 110 Coupé, Škoda 1000 MB, Škoda 110/110. Na přelomu 80. a 90. let dochází k modernizaci a výstavbě nových hal. Vůz vyráběný v tomto období nesl název Škoda Favorit. V roce 1991 firma Škoda Auto vstupuje do koncernu VW.

Roky 2000 a 2001 znamenaly pro automobilku v Kvasinách zlom. Došlo k výstavbě objektů na výrobu nového vozu vyšší střední třídy. V roce 2002 se začíná s výrobou vozu, který se má stát vlajkovou lodí firmy Škoda Auto a nese jméno Škoda Superb (viz obr. 2). Od roku 2008 se vyrábí inovovaný model tohoto vozu. Jedná se o luxusní automobil s velkým vnitřním prostorem, kvalitními materiály a jedinečnou cenou. V roce 2009 se začíná vyrábět i varianta Škoda Superb Kombi (viz obr. 3). Denně sjíždí z linky v Kvasinách 270 vozů (včetně Kombi). Dále se v současné době vyrábí vozy Škoda Roomster (350 vozů za den) a Škoda Yeti (až 420 vozů za den).



Obr. 2: Škoda Superb (SK461)



Obr. 3: Škoda Superb Kombi (SK462)

## 2. Nástroje digitální továrny a zmapování současných metod, které se používají při návrhu svařovacích linek

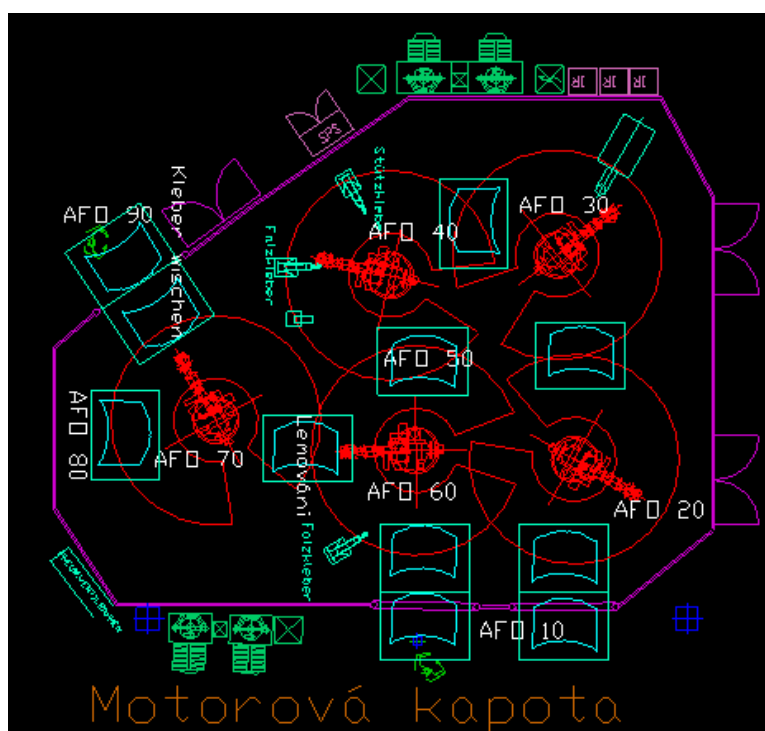
### 2.1. Softwarové nástroje digitální továrny

Projekce svařovacích linek se v současné době provádí pomocí nástrojů digitální továrny. Mezi softwarové nástroje digitální továrny patří programy Microstation, Process Designer, Robcad a Catia V5.

#### Microstation

Microstation je program od firmy Bentley Systems a je určený pro architekturu, stavební inženýrství, dopravu a další odvětví a obory. Vytváří se v něm 2D a 3D modely objektů a budov. Tyto modely jsou elektronickou simulací reálných objektů a obsahují informace o jejich parametrech. Části modelů i parametry se přizpůsobují životnímu cyklu objektu (od návrhu, přes výstavbu až do uvedení do provozu), což zjednodušuje a zefektivňuje vedení a provoz projektu. Škoda Auto a.s. používá českou verzi programu Microstation V8 XM Edition.

V oddělení VSN se tento program používá převážně pro tvorbu 2D layoutů svařovacích linek, ve kterých jsou vidět i jednotlivá pracoviště a operace (viz obr. 4). Tyto 2D layouty jsou pak převáděny do programů Process Designer a Robcad. Mohou být převedeny a otevřeny layouty i opačnou cestou z těchto programů do Microstationu.

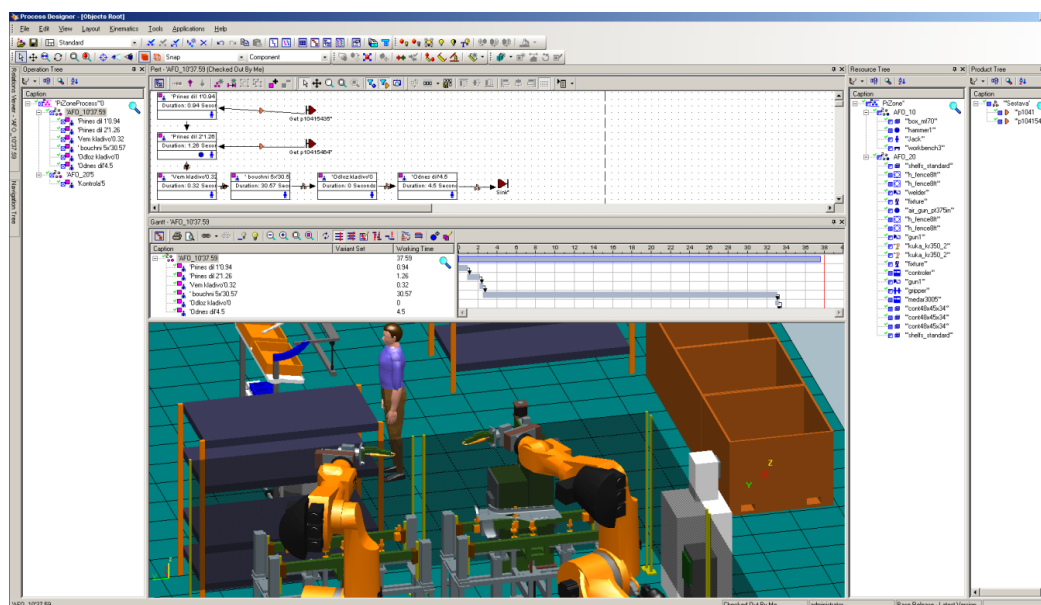


Obr. 4: Layout v programu Microstation

## Proces Designer

Process Designer je program od společnosti Siemens. Je to nástroj pro plánování výrobních procesů, simulace, analýzy a optimalizace výrobních procesů. Díky tomu umožňuje zkrátit výrobní časy, prostoje robotů a snížit výrobní náklady a naproti tomu zvýšit produktivitu celého pracoviště. Dále umožňuje lépe reagovat na změny ve výrobních linkách a díky 3D vizualizaci zlepšuje přehlednost všech procesů a operací.

V oddělení VSN je Process Designer využíván především pro navrhování a plánování automatizovaných a ručních pracovišť (viz obr. 5).

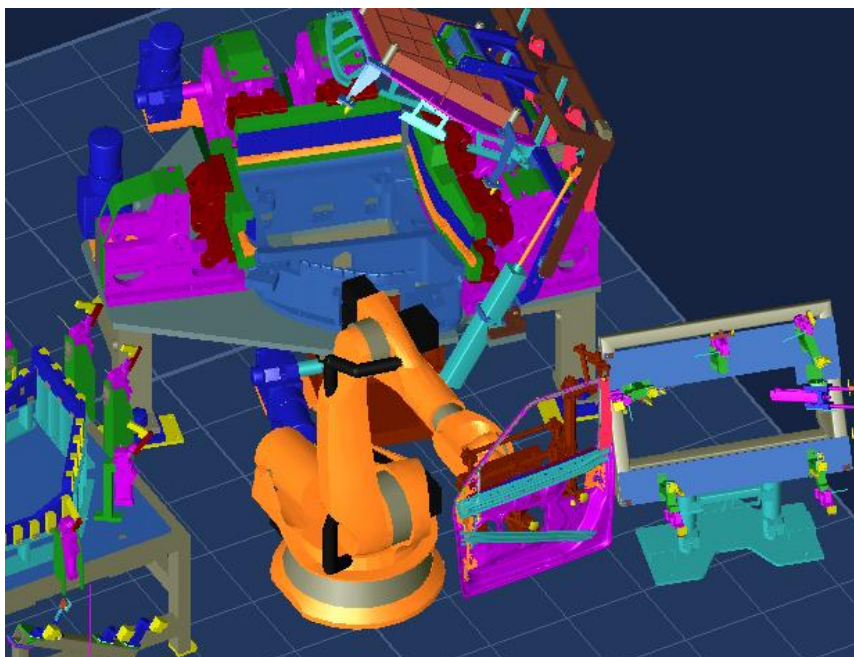


Obr. 5: Pracoviště v programu Process Designer

## Robcad

Robcad je program od společnosti Siemens pro simulace, analýzy a off-line programování automatizovaných výrobních systémů. Robcad lze integrovat s Process Designerem nebo se pracoviště (buňka) může vytvořit nezávisle.

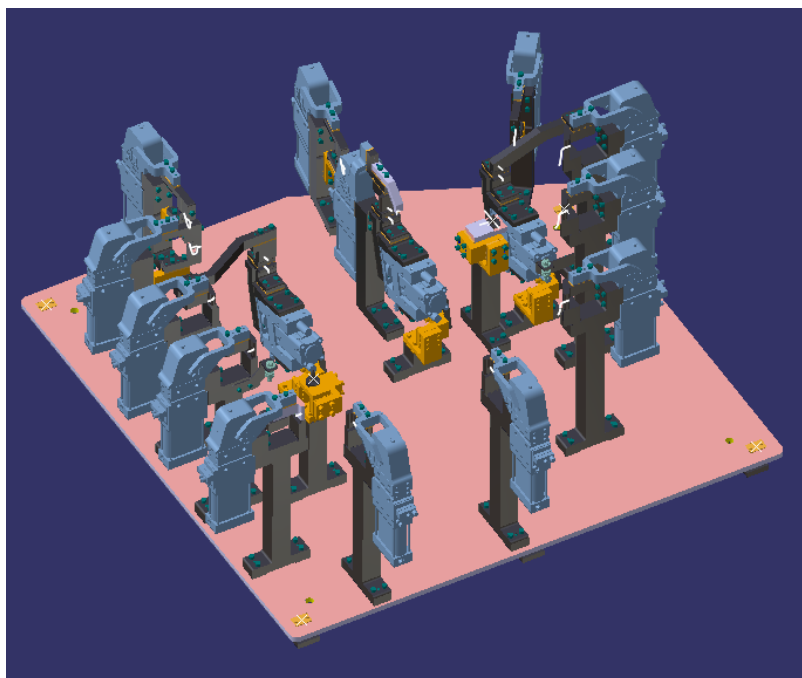
Vyhodnotí se v něm umístění všech zařízení, provedou se analýzy dosahů robotů, navrhnu se trajektorie jednotlivých pohybů. Dále se simuluje kinematika robotů, upínačů, kleští a dalších věcí a najdou se kolize. Díky včasnému nalezení těchto kolizí dochází ke snížení nákladů a zkrácení času od zadání po dokončení celého projektu (viz obr. 6).



Obr. 6: Pracoviště v programu Robcad

### Catia V5

Catia je nejpoužívanější CAD program pro 3D modelování v automobilovém a leteckém průmyslu na celém světě. Umožňuje práci více konstruktérů na jednom projektu a zároveň zaručuje okamžité promítnutí všech provedených změn do všech ostatních částí v rámci projektu (viz obr. 7).

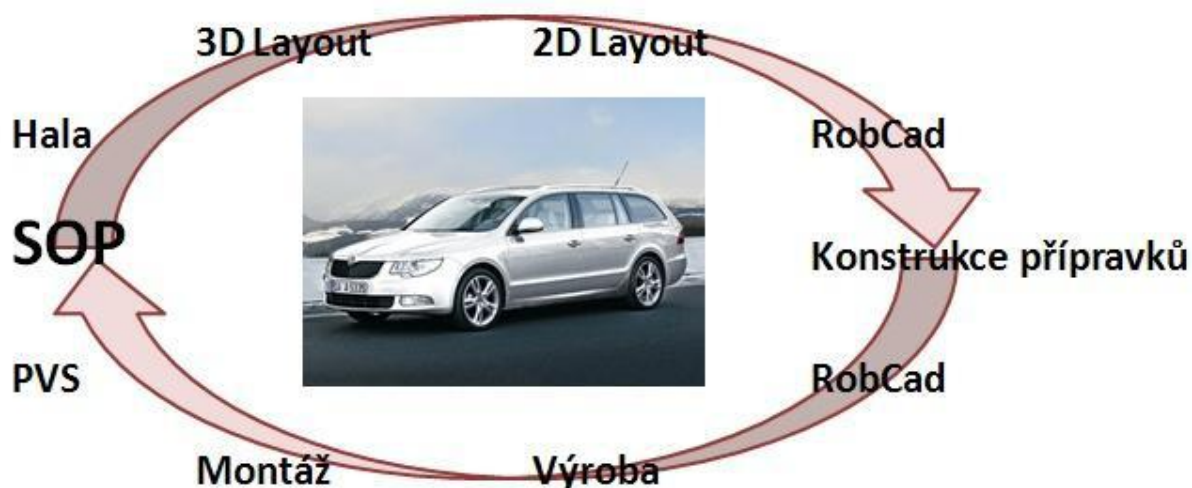


Obr. 7: Svařovací přípravek v programu Catia V5



## 2.2. Proces realizace svařovacích linek

V současné době při realizaci projektů se nářadovna zapojuje do vývoje nového automobilu ještě dříve, než vůbec začne plánovat svařovací linku. Probíhá komunikace mezi nářadovnou a vývojem a probírá se stav jednotlivých konstruovaných dílů. Neustálá komunikace je základem profesionálně odvedené práce, která se projeví na samotném automobilu. Postup plánování a výroby svařovací linky vypadá takto:



Obr. 8: Proces realizace svařovací linky od začátku (náčrt haly architektem) až do konce (SOP-start of product).

### Určení místa a stavba haly

Prvním krokem při realizaci nové svařovací linky je výběr místa a postavení samotné haly. Specialista vytvoří layout haly pomocí programu Microstation. Jedná se o rozmístění nosných sloupů, ploch pro jednotlivé linky, cest pro vysokozdvizné vozíky, rozvodů médií, odpadních kanálů a ocelových konstrukcí. S tímto layoutem pak pracuje projektant, který už navrhuje samotnou linku.

### 3D + 2D layout svařovací linky

Projektant pomocí programu Procces Designer navrhne podobu svařovací linky. Linky mohou být buď ruční nebo automatické. Na ručních pracovištích se svařují menší podskupiny plechů. K dispozici má layout haly, který mu určí, v jakém prostoru bude linka postavena. Dále už je na něm, jakou podobu bude linka mít. Musí detailně navrhnout celé pracoviště se všemi náležitostmi. Jedná se o rozmístění jednotlivých robotů, přípravků, rozvodů vzduchotechniky, prostorů pro umístění kontejnerů, robotových skříní atd. Celé pracoviště je navrhováno tak, aby se co nejvíce podobalo budoucí lince. Následně je tento 3D layout převeden na 2D layout, se kterým se pracuje dále. Po dokončení návrhu následuje virtuální oživení linky.



## **Simulace v Robcadu**

V programu Robcad dochází k oživení linky. Jedná se o přisouzení kinematiky jednotlivým robotům, svařovacím kleštím, upínačům atd. Zjišťuje se proveditelnost operací, dosah robotů, kolize mezi jednotlivými pohyby robotů. Pokud se zjistí, že dochází někde ke kolizi nebo není dostatečný dosah robota, layout se může díky zpětné vazbě Robcad – Microstation upravit. Pomocí těchto simulací lze určit předběžný čas operací v lince.

## **Konstrukce přípravků**

Když je hotová simulace návrhu linky, tak dalším krokem je konstrukce jednotlivých přípravků. Mohou to být základací a vyjímací přípravky, lemovky, greifery, svařovací kleště a různé odkládací přípravky. Konstrukce se provádí v programu Catia.

Mezi projektanty, simulanty, konstruktéry a vývojáři je nezbytná neustálá komunikace a spolupráce. Kdykoliv v průběhu projektu se může změnit nějaký plech, např. přibude nějaká výztuha nebo se změní tvar plechu. Často dochází i ke změnám upínačů a tvarovek, ať už je to změna polohy nebo tvaru.

Dalším krokem je tvorba základacích, pneumatických, měřících a elektroinstalačních plánů. Důležitá je tvorba výkresové dokumentace, podle které se pak budou jednotlivé přípravky, greifery atd. vyrábět.

## **Simulace v Robcadu**

Po zkonstruování všech modelů se provádí znovu Robcad simulace a to se skutečnými přípravky. Když je simulace v pořádku, tak se tyto přípravky vloží do konceptu linky a nahradí konceptové přípravky a tím vzniká přesný a konečný model linky. Z této simulace už zjistíme přesný čas jednotlivých výrobních operací.

## **Výroba + montáž přípravků**

Pomocí výkresové dokumentace se vyrábí jednotlivé přípravky, které se následně postupně zapracovávají do výrobní linky. Zapracovávají se podle tzv. fundament plánu. Ten se vytváří z konečného layoutu a jsou v něm přesně změřeny a zakótovány polohy všech robotů, přípravků a oplocení. Když je vše na svém místě, tak se linka uvede do provozu.

**VFF** – uvolnění přesériové výroby vozů

**PVS** – produkce předsériových vozů

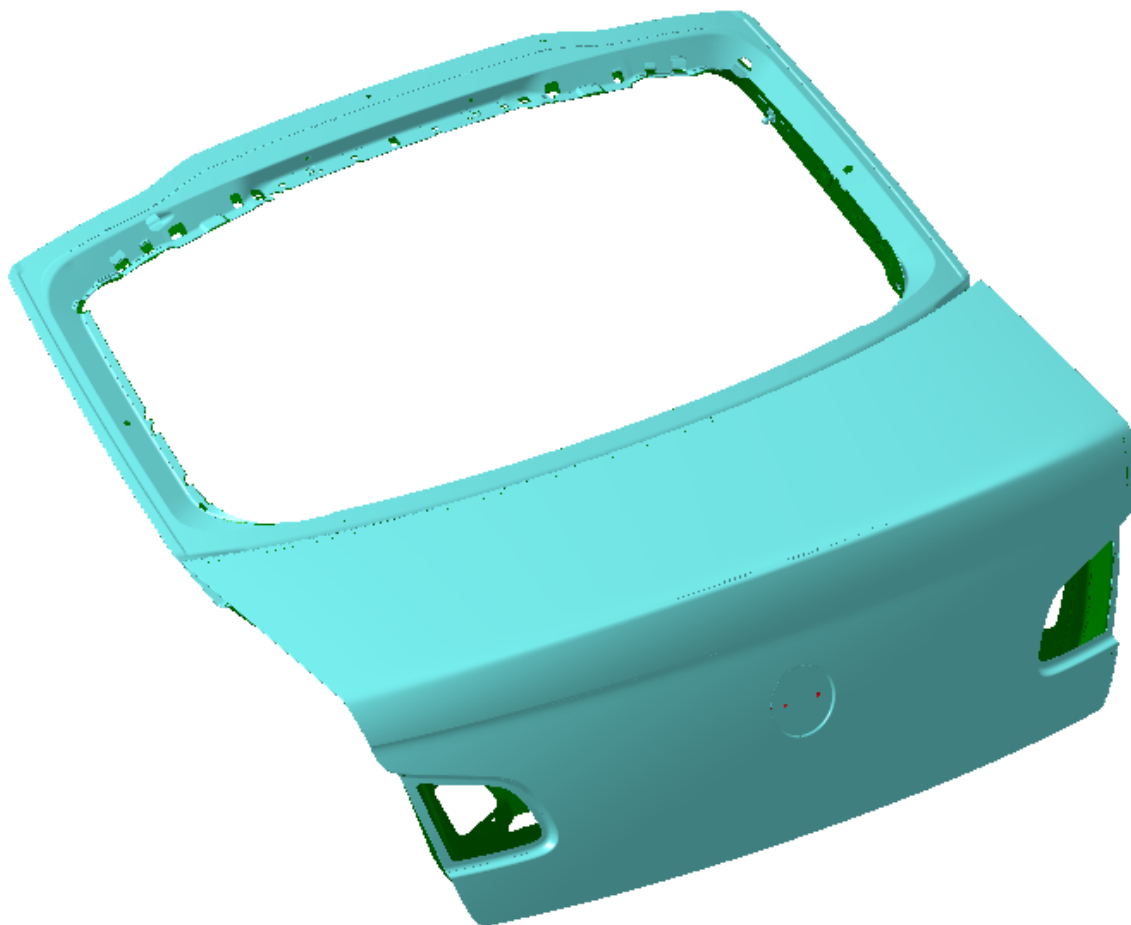
**0S** – nultá série (vozidla nejsou uvolněna pro prodej)

**SOP** – začátek produkce vozů

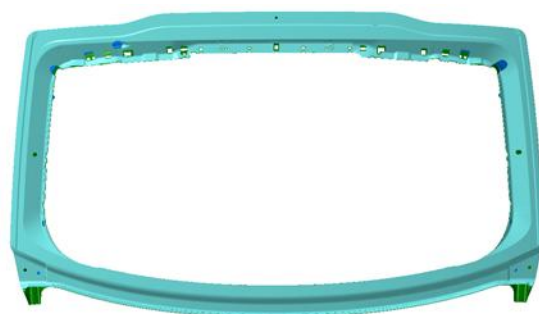
### 3. Charakteristika objektů

Zadní dveře automobilu Škoda Superb limuzína (SK461) (viz obr. 9, 10) se skládají z:

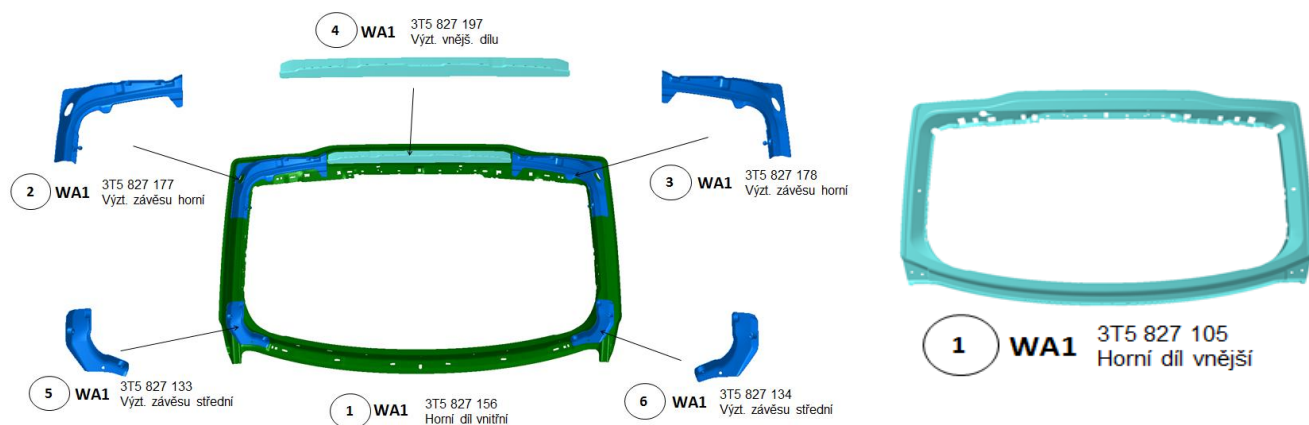
- Víko zadní horní svařené - 3T5 827 024
  - Horní díl vnější - 3T5 827 105
  - Horní díl vnitřní - 3T5 827 156
  - Výztuha vnějšího dílu - 3T5 827 197
  - Výztuha závěsu horní (L/P) - 3T5 827 177/178
  - Výztuha závěsu střední (L/P) - 3T5 827 133/134
- Víko zadní dolní svařené – 3T5 827 025
  - Spodní díl vnitřní - 3T5 827 155
  - Spodní díl vnější - 3T5 827 106
  - Výztuha závěsu dolní (L/P) - 3T5 827 189/190
  - Výztuha zámku úplná - 3T5 827 173



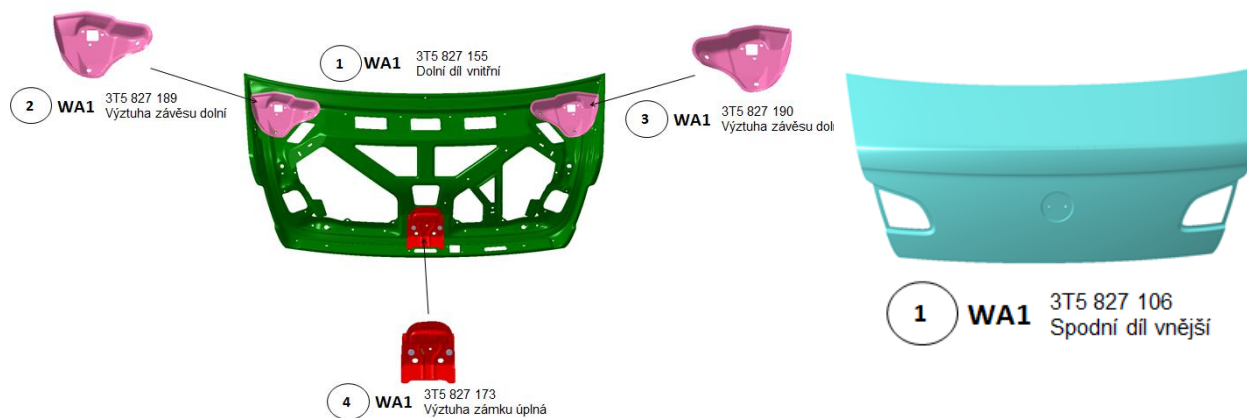
Obr. 9: Zadní dveře SK461



**3T5 827 024**  
**Viko zadní horní svařené**



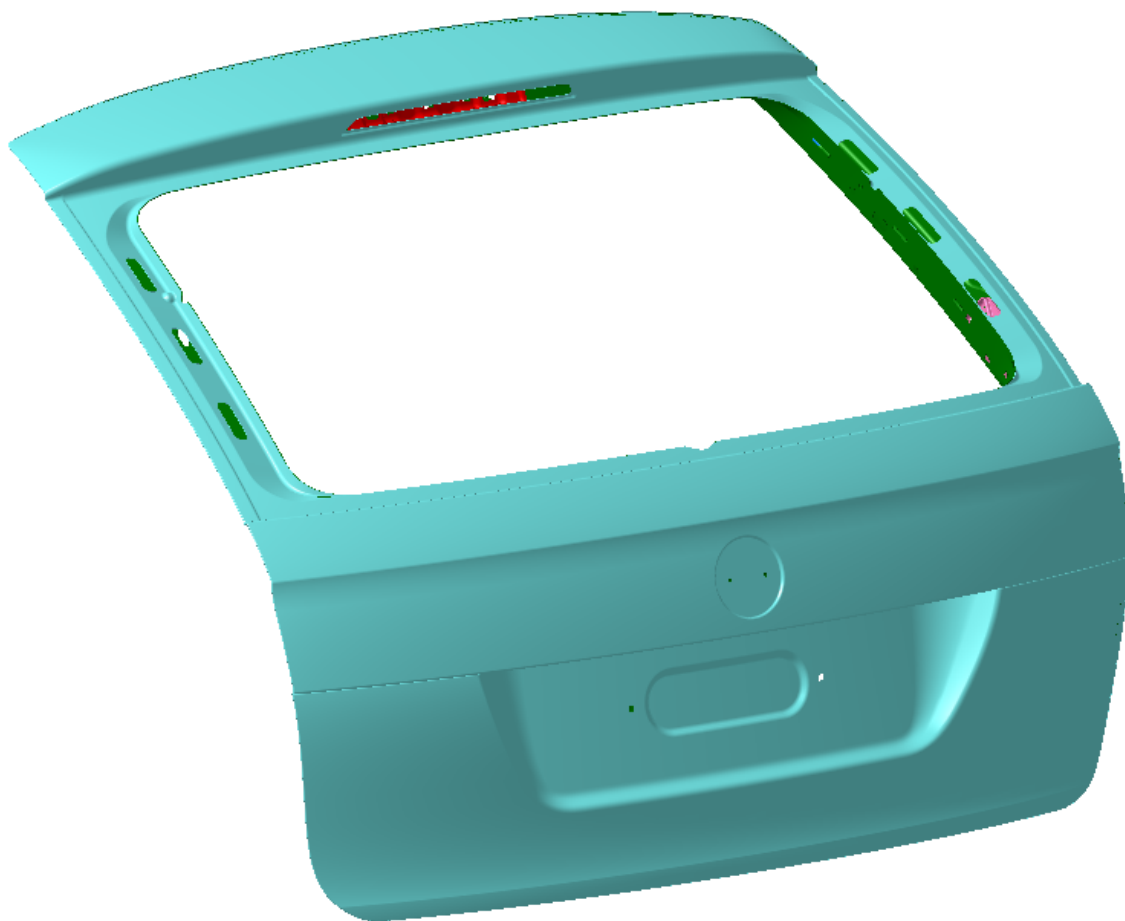
**3T5 827 025**  
**Viko zadní dolní svařené**



Obr. 10: Rozpad dílů SK461

Zadní dveře automobilu Škoda Superb kombi (SK462) (viz obr. 11, 12) se skládají z:

- Víko zadní svařené - 3T9 827 025
  - Díl vnější - 3T9 827 097
  - Díl vnitřní - 3T9 827 159
    - Výztuha vnějšího dílu - 3T9 827 197
    - Výztuha závěsu (L/P) - 3T9 827 177/178
    - Výztuha plynové podpěry (2x) - 3T9 827 169
    - Výztuha zámku úplná - 3T9 827 173



Obr. 11: Zadní dveře SK462



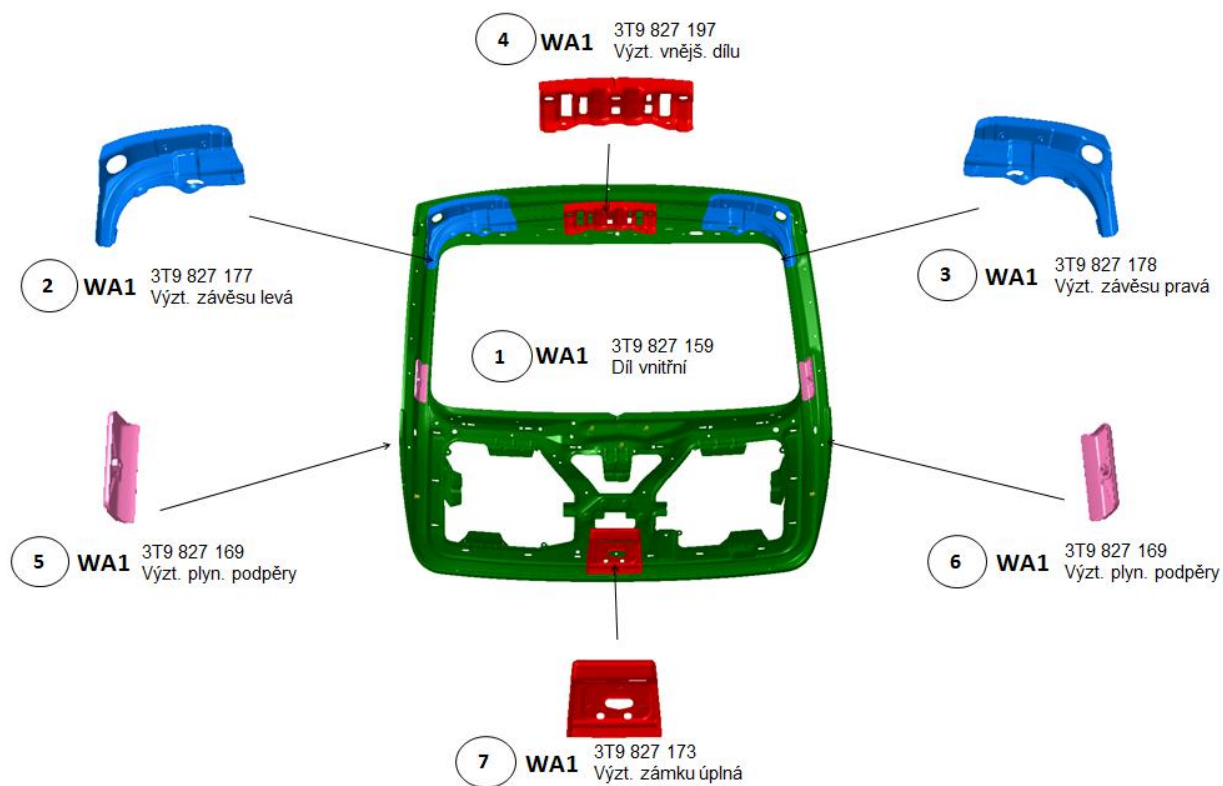
3T9 827 025  
Viko zadní svařené



1 **WA1** 3T9 827 097  
Díl vnější



2 **R1B** 3T9 827 159  
Díl vnitřní



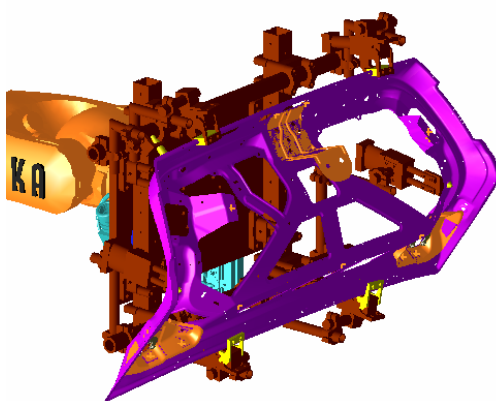
Obr. 12: Rozpad dílů SK462

## 4. Analýza současného stavu SK461 a SK462

### 4.1. Popis úkonů, které probíhají ve svařovací lince

#### Manipulace

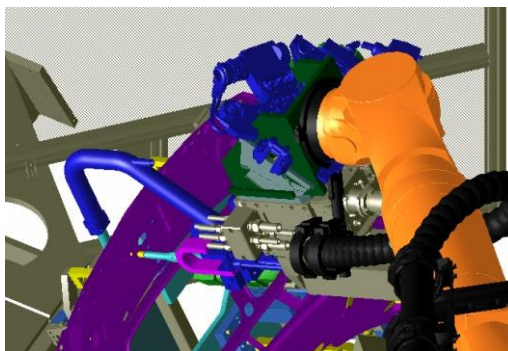
Robot s greiferem (v překladu do češtiny chapadlem) uchopí díl a dále s ním manipuluje podle potřeby (viz obr. 13). Např. ho může odložit do odkládacího přípravku, najet pod stabilní kleště nebo pod stojan s lepidlem. Uchopení probíhá tak, že robot najede k dílu (upínky greiferu jsou otevřeny a středící čep není vysunutý) a středící čep zajede do dílu a upínky se zavřou. Tím je díl přesně upnut do greiferu.



Obr. 13: Robot s greiferem a dílem

#### Robotické svařování

Robot, který má jako nástroj svařovací kleště, se natočí k přípravku s upnutými plechy. Jsou dány a naprogramovány svařovací body, které se musí v dané operaci svařit. Robot postupně svařuje body tak, že v určité poloze se kleště na krátký čas sevřou a tím vznikne bodový svar (viz obr. 14). Svaření jednoho bodu trvá přibližně 2 až 3 s. Pro zaručení požadované styčné plochy a dobré svařitelnosti se musí čepičky kleští jednou za 25 bodů ofrézovat.



Obr. 14: Robotické svařování

### Svařování pod stabilními kleštěmi

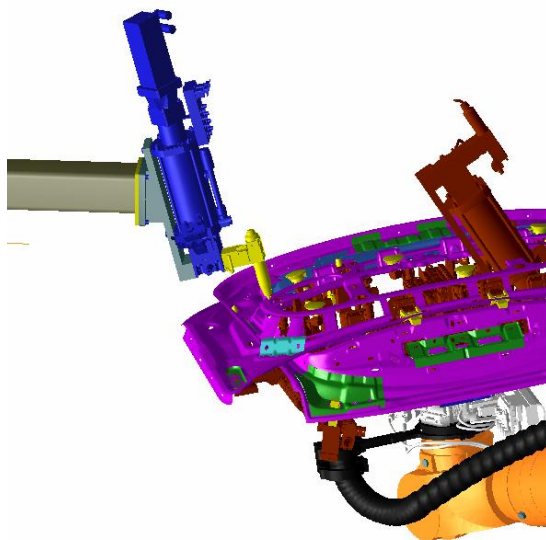
Robot s greiferem uchopí díl, najede pod stabilní kleště a podle naprogramování manipuluje s dílem tak, aby byly svařeny všechny naprogramované body a aby nedocházelo ke kolizím (viz obr. 15). Svaření jednoho bodu trvá přibližně 2 až 3 s. Pro zaručení požadované styčné plochy a dobré svařitelnosti se musí čepičky kleští jednou za 25 bodů ofrézovat.



Obr. 15: Svařování pod stabilními kleštěmi

### Nanášení lepidla

Jsou 2 způsoby nanášení lepidla: V prvním případě má robot jako nástroj lepicí pistoli a podle naprogramované trajektorie nanáší lepidlo na díl. V druhém případě robot s greiferem uchopí díl, najede pod stojan s lepidlem, kde podle naprogramování manipuluje s dílem a nanáší se lepidlo (viz obr. 16).

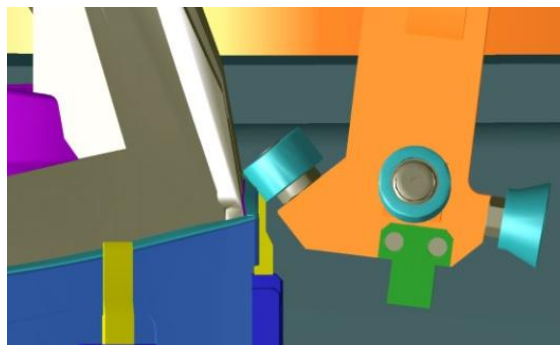


Obr. 16: Nanášení lepidla pod stojanem



## Rolnové lemování

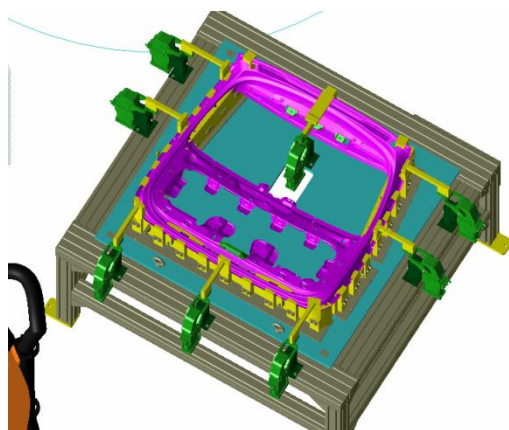
Po sesazení plechů musí dojít k jejich zalemování. Lemováním se rozumí spojení vnitřního a vnějšího plechu bez okem viditelných spojů. Robot s greiferem odloží díl do lemovky. Další robot nebo stejný s vyměněným nástrojem (rolnou) najede k přípravku a lemuje díl nejčastěji ve 3 krocích pod určitými úhly (viz obr. 17). První dva kroky probíhají pod úhly 30 a 60 stupňů a lemuje se válcovou rolnou. Poslední krok probíhá pod úhlem 90 stupňů a lemuje se kuželovou rolnou. Jedná se o velice náročné naprogramování robota. Trajektorie pohybu musí být totožná s tvarem lemovaného dílu.



Obr. 17: Rolnové lemování

## Želatinace

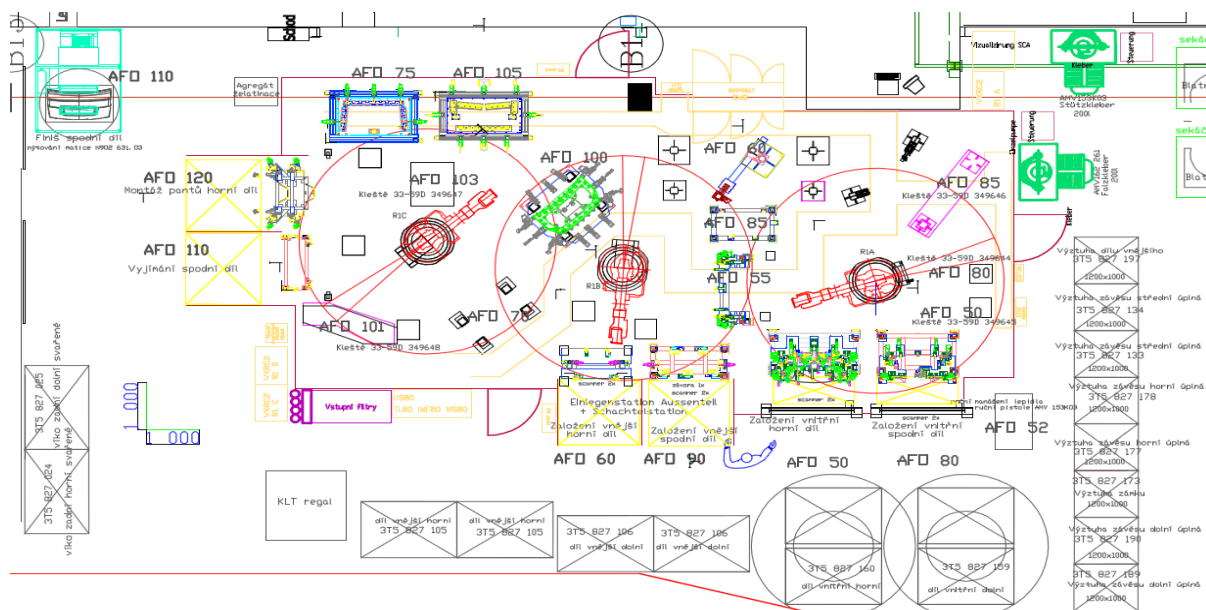
Pro zajištění vzájemné polohy vnitřního a vnějšího plechu se po lemování díl odloží do želatinace, kde probíhá předvytvrzení lepidla (viz obr. 18). Jedná se o velice energeticky náročnou operaci. Podél dílu je umístěná indukční smyčka, která na základě elektromagnetické indukce ohřívá díl a tím dochází k vytvrzení lepidla. Vytvrzování probíhá přibližně 40 s. Želatinace je zpravidla poslední operací v lince a po dokončení robot vyjme díl, když je potřeba dovaří body mezi vnitřním a vnějším plechem pod stabilními kleštěmi a odloží díl do pantovacího nebo vyjímacího přípravku. V pantovacím přípravku se namontují panty, ve finišovacím boxu se díl očistí a odloží se do palety.



Obr. 18: Želatinace



## 4.2. Popis linky SK461 Limuzína



Obr. 19: Layout linky zadního víka SK461 Limuzína



Obr. 20: Pohled na linku SK461 v programu Procces Designer

Linka pro zadní víko SK461 (viz obr. 19, 20) se skládá ze 3 robotů, které svařují, lemují a manipulují s dílem. Dále zde jsou 2 pracovníci. Jeden zakládá díly a druhý montuje panty a provádí finišovací operace. Takt linky je 243 sekund a vyrábí se zde 270 ks/3 směny.

Operace 52: Zde dochází k ručnímu nanášení lepidla, kdy pracovník pomocí ruční lepící pistole nanese lepidlo na výztuhy závěsu horní (3T5 827 177/178), výztuhy závěsu střední (3T5 827 133/134), výztuhu závěsu dolní (3T5 827 189/190), výztuhu dílu vnějšího (3T5 827 197) a na výztuhu zámku (3T5 827 173).

Operace 50: Otevře se ochranné okno, pracovník založí vnitřní horní díl (3T5 827 156) do přípravku. Dále založí výztuhu dílu vnějšího (3T5 827 197), výztuhy závěsu horní (3T5 827 177/178) a výztuhy závěsu střední (3T5 827 133/134). Po stisknutí potvrzovacího tlačítka se ochranné okno zavře. Robot R1A jede z hlavní polohy (HP) ke stojanu pro kleště, kde uchopí "C" kleště a přes HP najede k přípravku. Zde svařuje 18 bodů po dobu 55 s. Poté robot odloží kleště a přes HP uchopí greifer. Vyjme svařený díl z přípravku a provede dovážku 2 bodů pod stabilními "C" kleštěmi (8 s). Následuje očíslování dílu a odložení do odkládacího přípravku (operace 55).

Operace 55: Odkládací stanice pro vnitřní horní díl.

Operace 60: Pracovník založí vnější horní díl (3T5 827 105) a stiskne potvrzovací tlačítko. Robot R1B uchopí lepící pistoli a nanáší lepidlo na vnější horní díl (26 s). Odloží lepící pistoli a uchopí greifer. Vyjme vnitřní horní díl (3T5 827 156) z odkládací stanice (operace 55) a přesune ho do sesazovacího přípravku, ve kterém dojde k sesazení vnějšího a vnitřního horního dílu. Následuje přesunutí do lemovky (operace 70).

Operace 70: Robot R1C Uchopí lemovací hlavu, najede k lemovce a lemují horní díl (92 s). Vymění lemovací hlavu za greifer, vyjme horní díl z lemovky a provede dovážku 37 bodů pod stabilními "C" kleštěmi (111 s). Následuje další dovážka 15 bodů pod stabilními "X" kleštěmi (25 s) a odložení horního dílu do želatinace (operace 75).

Operace 75: Želatinace. Zde dochází k vytvrzení lepidla. Po vytvrzení lepidla (cca 40 s) robot vyjme horní díl (3T5 827 024) ze želatinace a odloží ho do pantovacího přípravku (operace 120).

Operace 120: Svařený horní díl (3T5 827 024) odloží robot do pantovacího přípravku, kde pracovník provede montáž pantů. Po montáži díl vyjme a přesune ho do finišovacího boxu, kde díl očistí od přetoku lepidla a odloží ho do palety.

Operace 80: Otevře se ochranné okno, pracovník založí vnitřní dolní díl (3T5 827 155) do přípravku. Dále založí výztuhy závěsu dolní (3T5 827 189/190) a výztuhu zámku (3T5 827 173). Po stisknutí potvrzovacího tlačítka se ochranné okno zavře. Robot R1A uchopí "C" kleště a najede k přípravku. Zde svařuje 11 bodů (26 s). Poté robot odloží kleště a uchopí greifer. Vyjme svařený díl z přípravku a provede dovárku 8 bodů pod stabilními "X" kleštěmi (25 s). Následuje očíslování dílu a odložení do odkládacího přípravku.

Operace 85: Odkládací stanice pro vnitřní dolní díl.

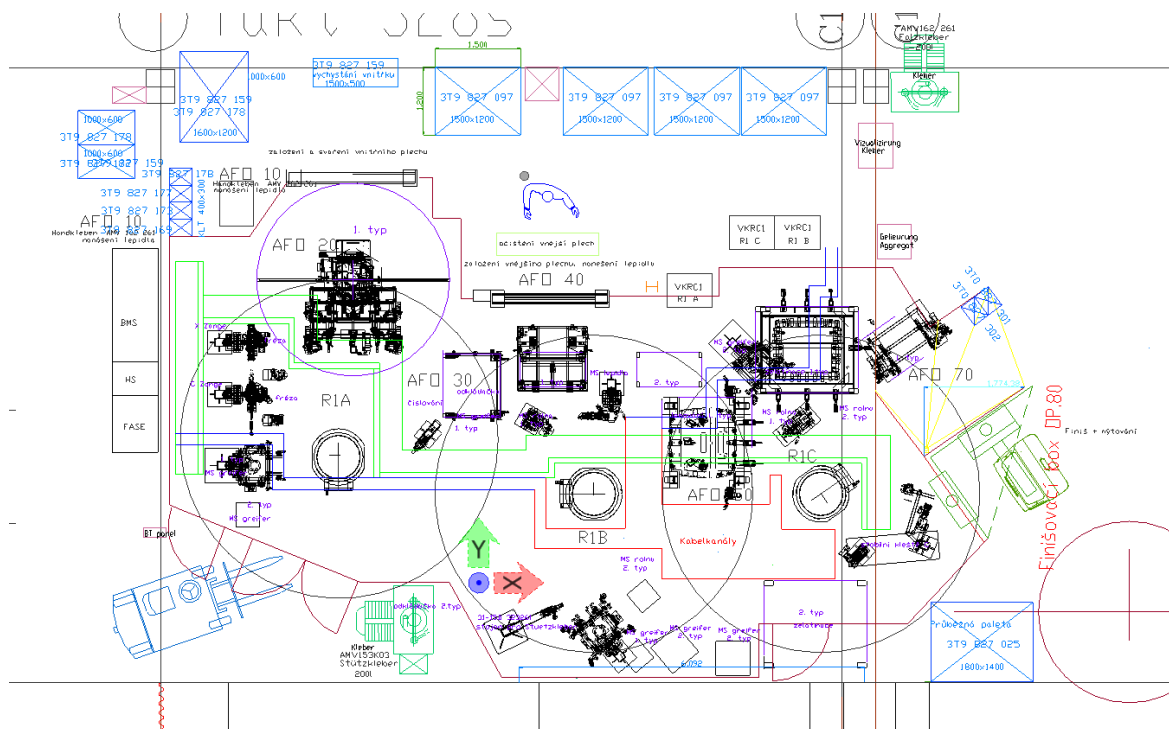
Operace 90: Pracovník založí vnější dolní díl (3T5 827 106) a stiskne potvrzovací tlačítko. Robot R1B uchopí lepící pistoli a nanáší lepidlo na vnější dolní díl (31 s). Odloží lepící pistoli a uchopí greifer. Vyjme vnitřní dolní díl (3T5 827 155) z odkládací stanice (operace 85) a přesune se pod stojan s lepidlem a nanáší lepidlo (23 s). Následuje přesun do sesazovacího přípravku, kde dojde k sesazení vnějšího a vnitřního dílu, poté přesunutí a odložení dolního dílu do lemovky (operace 100).

Operace 100: Robot R1B odloží greifer a uchopí lemovací hlavu, najede k lemovce a lemuje dolní díl (187 s). Po dokončení lemování robot odloží lemovací hlavu. Uchopí greifer a provede dovárku 2 bodů pod stabilními "C" kleštěmi (5 s). Následuje odložení dílu do želatinace (operace 105).

Operace 105: Želatinace. Po vytvrzení lepidla robot vyjme dolní díl (3T5 827 025) a odloží ho do vyjímacího přípravku.

Operace 110: Pracovník vyjme díl a přesune ho do finišovacího boxu, kde pracovník díl (3T5 827 025) očistí od přetoku lepidla a odloží ho do palety.

#### 4.3. Popis linky SK462 Kombi



Obr. 21: Layout linky zadního víka SK462 Kombi



Obr. 22: Pohled na linku SK462 v programu Procces Designer.

Linka pro zadní víko SK462 (viz obr. 21, 22) se skládá ze 3 robotů, které svařují, lemují a manipulují s dílem. Dále zde jsou 2 pracovníci. Jeden zakládá díly a druhý montuje panty a provádí finišovací operace. Takt linky je 328 sekund a vyrábí se zde 200 ks/3 směny.

Operace 10: Zde dochází k ručnímu nanášení lepidla. Pracovník pomocí ruční lepící pistole nanese lepidlo na výztuhy závěsu (3T9 827 177/178), výztuhy plynové podpěry (2x) (3T9 827 169), výztuhu zámku (3T9 827 173) a výztuhu dílu vnějšího (3T9 827 197).

Operace 20: Otevře se ochranné okno, pracovník založí vnitřní díl (3T9 827 159) a všechny výztuhy, na které nanese lepidlo, na svá místa. Po stisknutí potvrzovacího tlačítka se ochranné okno zavře a otočný stůl se otočí směrem do linky. Robot R1A uchopí "C" svařovací kleště a najede k přípravku. Svařuje zde 15 bodů (40 s). Poté robot odloží kleště a uchopí greifer, vyjme díl z přípravku a najede pod stabilní "X" kleště kde dováří 10 bodů (30 s). Následně se přesouvá pod číslovačku, kde se díl očíslovuje a odloží ho do odkládacího přípravku (operace 30).

Operace 30: Odkládací stanice pro vnitřní díl.

Operace 40: Pracovník založí vnější díl (3T9 827 097) a stiskne potvrzovací tlačítko. Robot R1B uchopí lepící pistoli a nanáší lepidlo na vnější díl (40 s). Poté vymění lepící pistoli za greifer, vyjme vnitřní díl (3T9 827 159) z odkládací stanice a přesune ho pod stojan, kde se nanáší lepidlo (30 s) následuje přesun do sesazovacího přípravku, kde dojde k sesazení vnějšího a vnitřního dílu. Poté celý díl odloží do lemovky.

Operace 50: Robot R1B odloží greifer a uchopí lemovací hlavu, Robot R1C také uchopí lemovací hlavu a společně lemují díl (90 s). Po lemování odloží robot R1C lemovací hlavu, uchopí greifer, vyjme díl z lemovky a přesune se pod stabilní "C" kleště a dováří 54 bodů (150 s). Následně díl odloží do želatinace (operace 60).

Operace 60: Želatinace. Po vytvrzení lepidla (40 s) robot vyjme dolní díl (3T9 827 025) a odloží ho do pantovacího přípravku (operace 70).

Operace 70 + 75: Pracovník provede montáž pantů. Následuje přesun do finišovacího boxu, kde pracovník díl (3T9 827 025) očistí od přetoku lepidla a odloží ho do palety.

## **Detailní plánování**

### **Rozpad dílů**

Rozpad dílů se tvoří podle nových směrnic VW. Je to excelovský soubor, který má několik listů v závislosti na tom, jak složitý je celkový díl. Na každém listu je hlavička, která obsahuje údaje: o jaký projekt se jedná (SK461,SK462), jaká je to operace (10,20 atd.), kdo rozpad dílů vytvořil, datum, číslo rozpadu a číslo listu. První list je změnový. Zaznamenávají se do něj změny, jako např. změna tvaru dílu. Další listy už obsahují informace o jednotlivých dílech, které do operace vstupují. Jedná se o názvy dílů, jejich označení, pořadí zakládání a informaci o tom, jestli díl zakládá robot nebo člověk. (Vytvořené rozpady přikládám v příloze).

### **Bodovací plán**

Má shodnou hlavičku jako rozpad dílů i první změnový list. Do něj se zaznamenávají např. změny souřadnic bodů nebo přidání a odebrání bodů. Další listy obsahují informace o dílech, které se svařují, jsou zde naznačeny polohy bodů a jejich názvy. Dále jsou zde informace o tom, jestli svařuje robot nebo jestli svařování probíhá pod stabilními kleštěmi. Je zde vložen i model kleští a jejich číslo. Přesné polohy bodů (souřadnice) nalezneme ve výkresu. (Vytvořené bodovací plány přikládám v příloze).

### **Plán lepení**

Lepicí plán má shodnou hlavičku jako rozpad dílů a bodovací plán. Z plánu lepení poznáme, na jaké díly se nanáší lepidlo, v jakém místě a v jakém množství je lepidlo nanášeno a jestli se jedná o ruční nanášení nebo strojní nanášení. Plán lepení bohužel nepřikládám, protože pro jeho vytvoření nemám dostatečné informace.

## 5. Návrh výrobního procesu a systému výroby nového provedení zadních dveří

Škoda Auto a.s. plánuje v roce 2012 výrobu nového provedení automobilu Škoda Superb v Kvasinách. Jedná se o úpravu přední kapoty, blatníku a zadních dveří. Mým úkolem bylo navrhnout svařovací linky pro výrobu zadních dveří. Jde o dvě svařovací linky – jedna pro variantu limuzína a druhá pro variantu kombi. Návrh jsem provedl pomocí programu Process Designer. Vstupními informacemi návrhu nové svařovací linky jsou díly, které se zde svařují. Z důvodu utajení ze strany Škoda Auto a.s. nemohu podobu a označení těchto dílů v BP zveřejnit. Tyto díly však budou mít obdobnou podobu a budou se skládat ze stejných výztuh. Proto je možné projektovat linku, aniž by byla definitivně známá podoba těchto dílů.

### 5.1. Návrh linky SK461 limuzína

V této lince se budou vyrábět nový spodní díl zadních dveří varianty limuzína. Horní díl bude totožný jako u starého provedení, proto se bude vyrábět na stávající lince.

#### 5.1.1. Návrh operací

*Nejdříve je potřeba ručně nanést lepidlo na výztuhy, které se budou zakládat do přípravku.*

Op. 5: V operaci 5 dochází k ručnímu nanášení lepidla, kdy pracovník pomocí lepící pistole nanese lepidlo na výztuhy závěsu dolní (levou a pravou) a výztuhu zámku úplnou.

*Poté se musí všechny díly, ze kterých se zadní dveře skládají založit do zakládacích přípravků.*

Op. 10: Zakládací stanice. Otevře se ochranné okno, pracovník do zakládacího přípravku založí vnější díl a díly pro umístění světel. Po stisknutí potvrzovacího tlačítka se ochranné okno zavře.

Op. 20: Zakládací stanice. Otevře se ochranné okno, pracovník do zakládacího přípravku založí vnitřní díl, výztuhy závěsu dolní a výztuhu zámku. Po stisknutí potvrzovacího tlačítka se ochranné okno zavře.

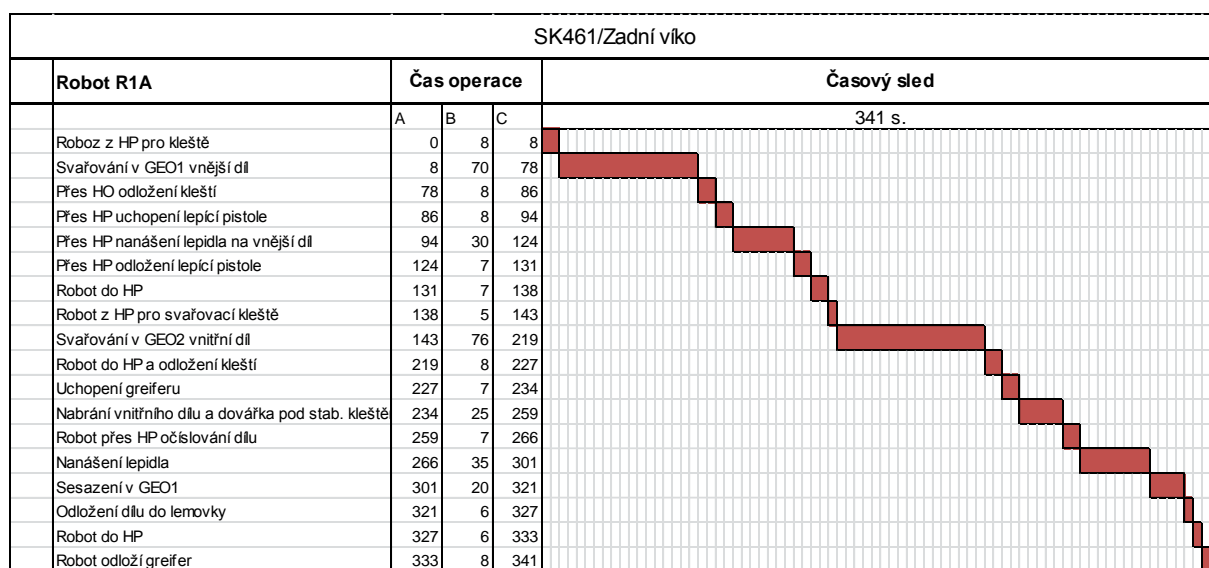
*Když jsou díly založené, tak je potřeba svařit určitý počet bodů (bodují se všechny výztuhy k vnitřnímu dílu a díly pro umístění světel k vnitřnímu dílu), nanést lepidlo na vnější díl, dovařit zbylé body, které nebylo možné svařit v přípravku a očíslovat vnitřní díl.*

Op. 30: Robot R1A jede z HP ke stojanu pro kleště, kde uchopí "C" svařovací kleště a najede k přípravku s vnějším dílem. Zde svařuje 25 bodů. Odloží svařovací kleště a uchopí

lepící pistoli a přes HP najede k přípravku, kde nanáší lepidlo na vnější díl. Následuje odložení lepící pistole a návrat do HP. Následně uchopí "X" svařovací kleště a najede k přípravku s vnitřním dílem, kde svařuje 27 bodů. Robot odloží kleště a přes HP nabere greifer. Vyjme vnitřní díl a přesune ho pod stabilní kleště, kde dováří 9 bodů. Následuje očíslování dílu.

*Když jsou vnější a vnitřní díl zadních dveří kompletní, tak se musí sesadit (spojit). Spojení probíhá pomocí lepidla, které je nanášeno na oba díly.*

Op. 40: Robot se po očíslování dílu přesouvá pod stojan s lepidlem. Zde dochází k nanášení lepidla a poté vnitřní díl odloží do GEO1, kde se díly sesadí dohromady. Poté sesezený díl přesune do lemovky a vrací se do HP a odloží greifer (viz obr. 23).



Obr. 23: Časová analýza robota R1A

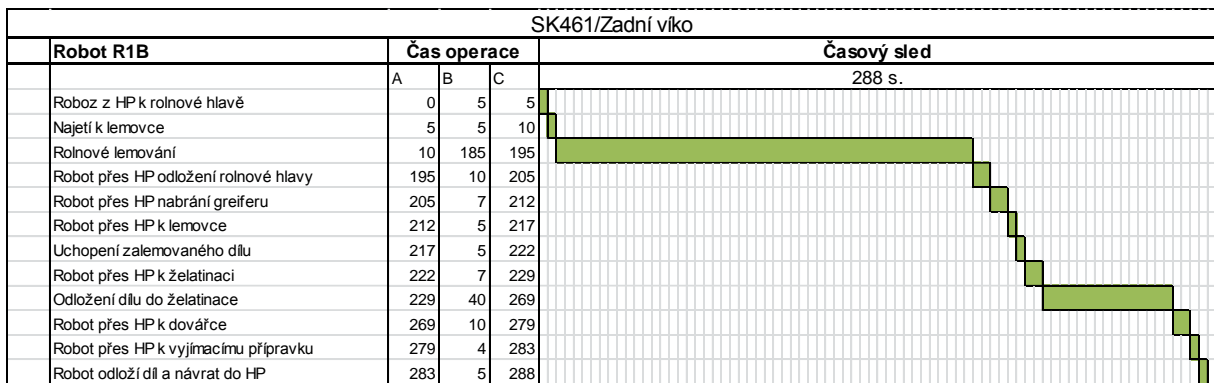
*Po sesazení musí dojít k zalemování plechů.*

Op. 50: Robot R1B nabere rolnovou hlavu, najede k lemovce a lemuje spodní díl. Po dokončení lemování odloží lemovací hlavu a uchopí greifer. Přes HP vyjme olemovaný díl z lemovky a přesune ho do želatinace.

*Po zalemování následuje odložení do želatinace, kde se vytvrdí lepidlo.*

Op. 60: Želatinace. Zde dochází k vytvrzení lepidla. Po vytvrzení lepidla robot vyjme díl ze želatinace a přesune ho pod stabilní kleště, kde dováří 2 body. Následně díl odloží do vyjímacího přípravku a vrací se do HP (viz obr. 24)





Obr. 24: Časová analýza robota R1B

*Nakonec je nutné vyjmout díl z linky a provést montáž pantů.*

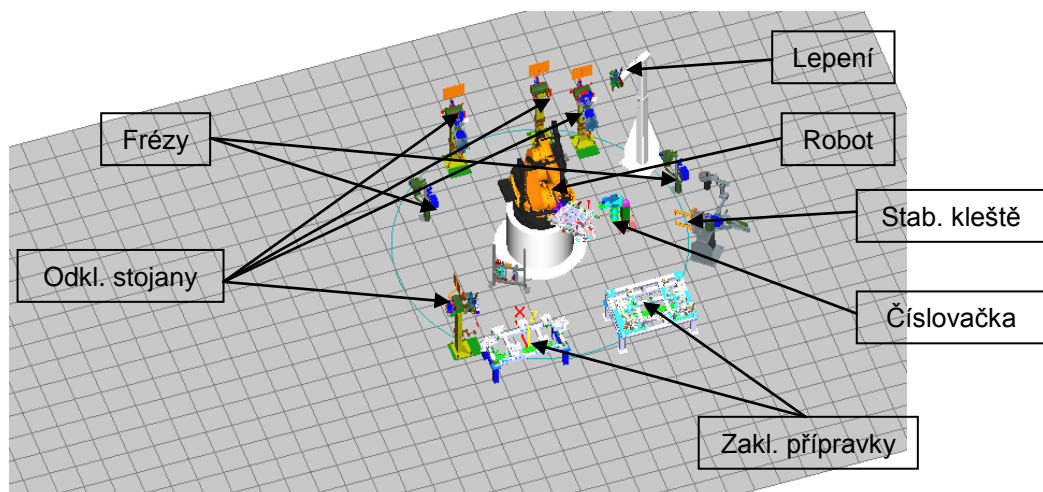
Op. 70: Vyjímací stanice. Pracovník vyjme svařený díl a umístí ho do pantovačky.

Op. 80: Pracovník provede montáž pantů, vyjme díl a umístí ho do palety.

### 5.1.2. Návrh rozmístění komponent linky SK461 limuzína

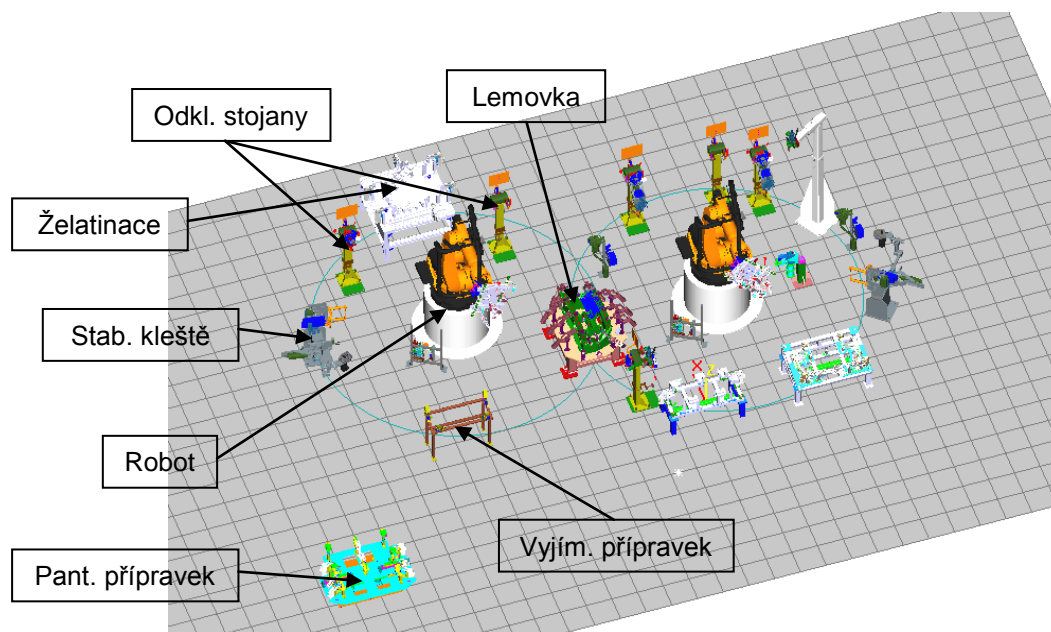
Návrh uspořádání jednotlivých komponent je vytvořen ze standartních knihoven, který má program PD k dispozici a z knihoven starších projektů.

V první fázi návrhu linky jsem navrhl umístění základacích přípravků pro vnější a vnitřní díl. Tyto přípravky by měly být blízko u sebe, aby pracovník, který do nich zakládá díly, nemusel chodit zbytečně velkou vzdálenost. Před tyto přípravky budou později umístěna ochranná okna. Dále umístění robota na podestě vysoké 1m tak, aby dosáhl do těchto přípravků. Do rozsahu robota jsem poté umístil stabilní svařovací kleště s příklopnou frézou, stojan pro lepidlo, číslovačku, frézy, odkládací stojany pro kleště, greifer a lepicí pistoli (viz obr. 25). Rozsahy robotů jsou znázorněny modrou kružnicí a slouží pro lehčí orientaci při umísťování jednotlivých komponent.



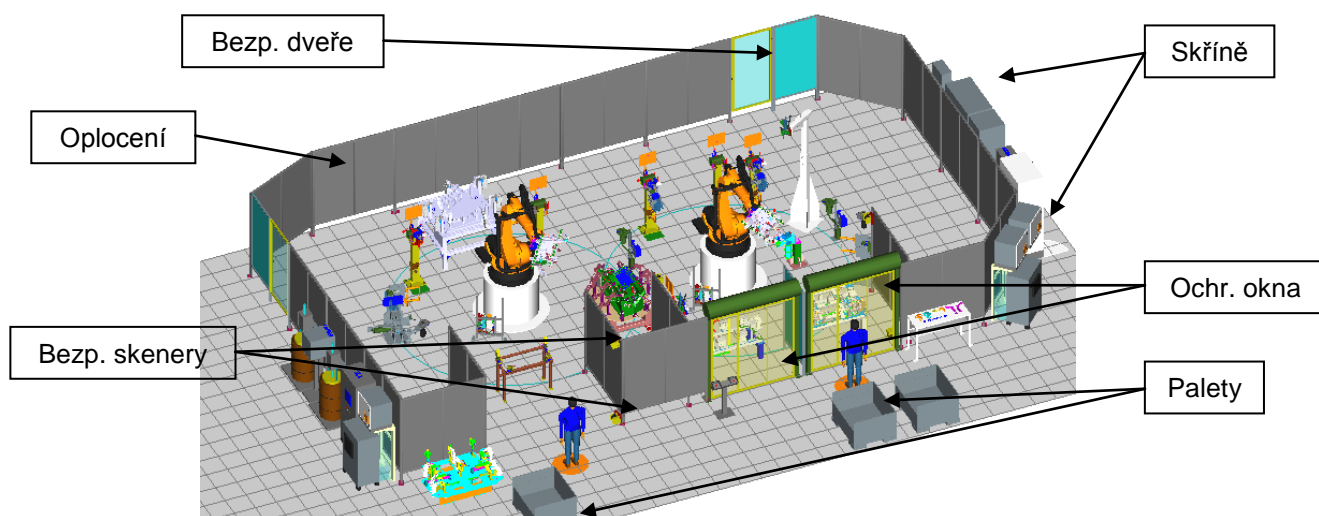
Obr. 25: První fáze návrhu nové linky SK461

Druhá fáze návrhu zahrnovala umístění lemovky a druhého robota. První robot sesazené díly odkládá do lemovky, proto jsem lemovku umístil do jeho rozsahu. Do této lemovky musí dosáhnout i druhý robot, který lemuje, proto jsem zvolil toto umístění. Dále jsem do rozsahu druhého robota umístil želatinaci, stabilní kleště, vyjímací přípravek a odkládací stojany pro greifer a rolnu. Dále jsem umístil pantovací přípravek, který bývá obvykle mimo linku (viz obr. 26).

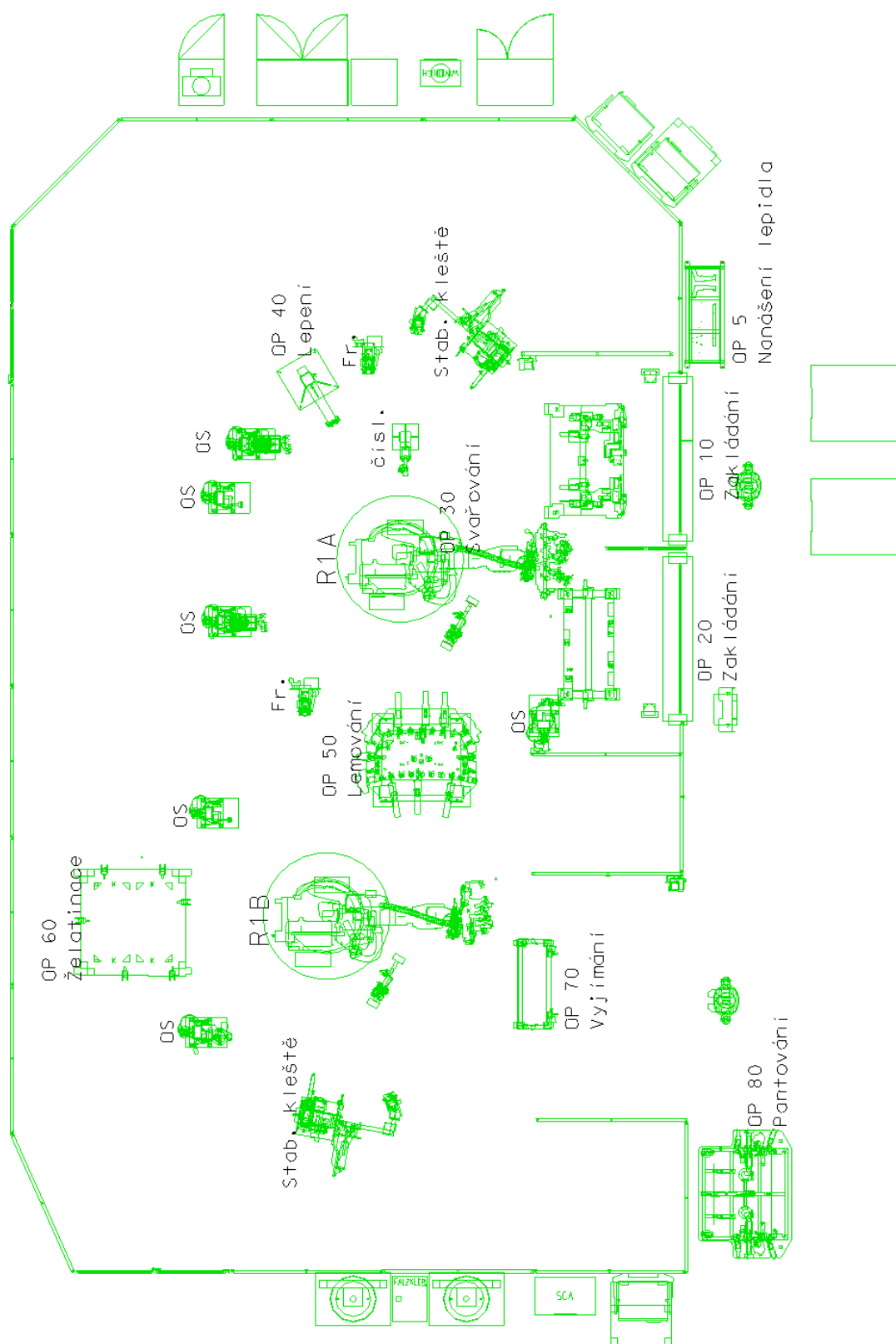


Obr. 26: Druhá fáze návrhu nové linky SK461

Ve třetí fázi jsem navrhl oplocení linky, bezpečnostní dveře, ochranná okna, umístění palet pro zásobování linky a robotových a řídicích skříní. Nezbytnou součástí linky jsou bezpečnostní skenery, které při vstupu člověka do pracovní oblasti robota (v průběhu jeho činnosti) okamžitě zastaví celou linku (viz obr. 27).



Obr. 27: Třetí fáze návrhu nové linky SK461



Obr. 28: Vyexportovaný layout z PD do Microstationu

## 5.2. Návrh linky SK462 kombi

V této lince se budou vyrábět nové zadní dveře varianty kombi.

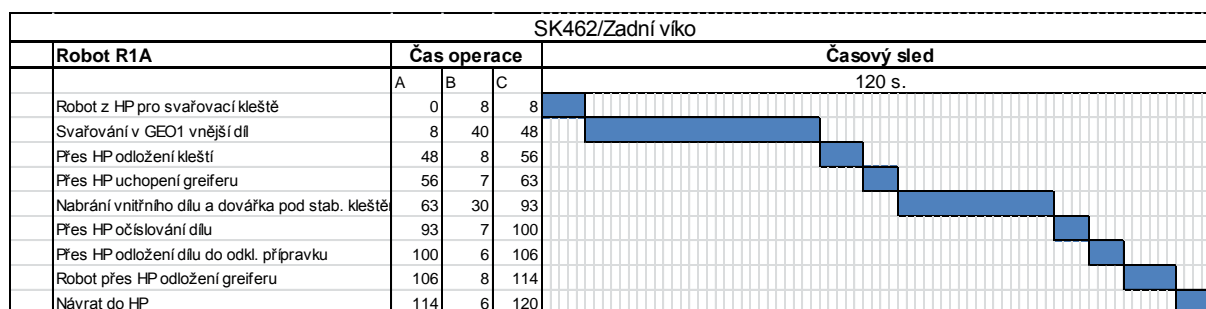
### 5.2.1. Návrh operací

*Nejdříve je potřeba ručně nanést lepidlo na výztuhy, které se budou zakládat do přípravku.*

Op. 10: V této operaci dochází k ručnímu nanášení lepidla, kdy pracovník pomocí lepící pistole nanese lepidlo na výztuhy závěsu (levou a pravou), výztuhy plynové podpěry (2x), výztuhu zámku a výztuhu dílu vnějšího.

*Poté je nutné založit vnitřní díl a všechny výztuhy, ze kterého se zadní dveře skládají. Když jsou díly založené, tak je potřeba svařit určitý počet bodů (boduji se všechny výztuhy k vnitřnímu dílu), dovařit zbylé body, které nebylo možné svařit v přípravku a očíslovat vnitřní díl.*

Op. 20: Otevře se ochranné okno, pracovník založí vnitřní díl a všechny výztuhy s naneseným lepidlem. Po stisknutí potvrzovacího tlačítka se ochranné okno zavře a otočný stůl se otočí směrem do linky. Robot R1A uchopí "C" svařovací kleště a najede k přípravku. Zde svařuje 15 svařovacích bodů. Poté robot odloží kleště a uchopí greifer, vyjme díl z přípravku a najede pod stabilní "X" kleště, kde dováří 10 bodů. Následně se s plechem přesouvá pod číslovačku, kde se díl očíslovuje a odloží ho do odkládacího přípravku (operace 30). Následuje odložení greiferu a návrat do HP (viz obr. 29).



Obr. 29: Časová analýza robota R1A

Op. 30: Odkládací stanice pro vnitřní díl.

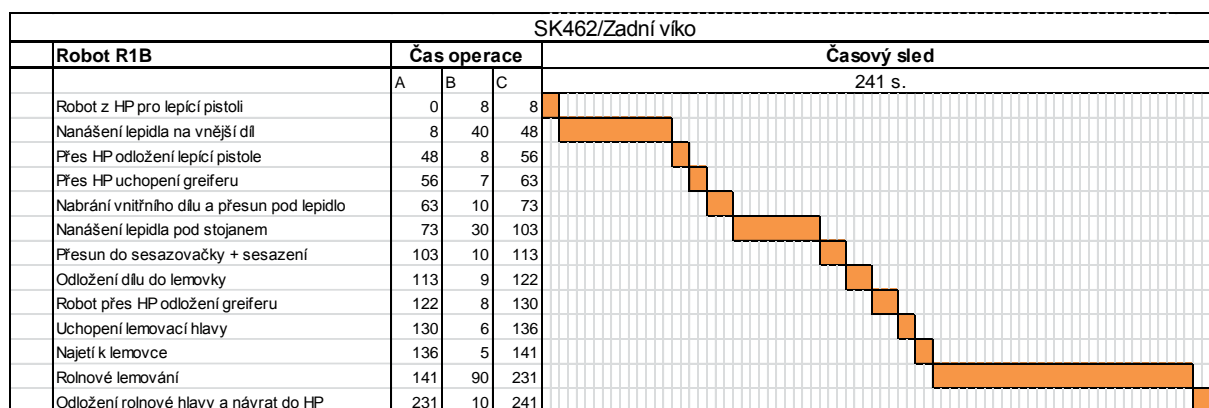
*Dále je potřeba založit vnější díl, nanést na něj lepidlo, nanést lepidlo na vnitřní díl, sesadit oba díly a odložit do lemovky.*

Op. 40: Pracovník založí vnější díl, stiskne potvrzovací tlačítko a ochranné okno se zavře. Robot R1B uchopí lepící pistoli a nanáší lepidlo na vnější díl. Vymění lepící pistoli za

greifer, vyjme vnitřní díl z odkládací stanice a přesune ho pod stojan s lepidlem, kde se nanáší lepidlo. Následuje přesun do sesazovačky, kde dojde k sesazení vnějšího a vnitřního dílu. Po sesazení vyjme celý díl a odloží ho do lemovky.

*Po sesazení se musí plechy zalemovat.*

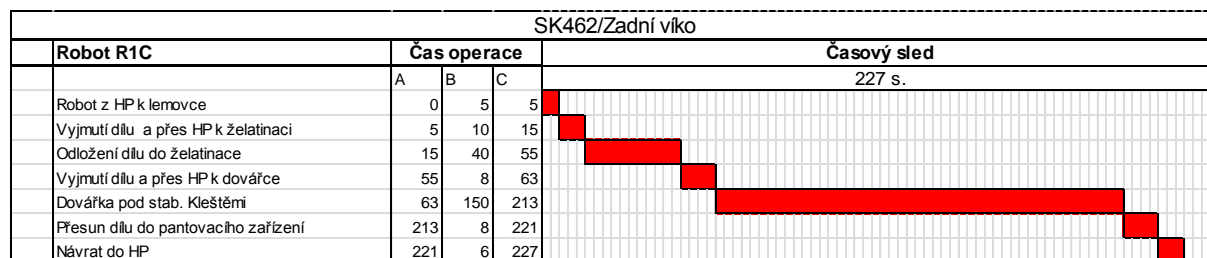
Op. 50: Robot R1B odloží greifer a uchopí lemovací hlavu. Najede k přípravku a lemuje díl, poté odloží lemovací hlavu a vrací se do HP (viz obr. 30).



Obr. 30: Časová analýza robota R1B

*Po zalemování následuje odložení do želatinace, kde se vytvrdí lepidlo. Nakonec je třeba dovařit zbylé body, odložit díl do vyjímacího přípravku, namontovat panty a očistit díl od nečistot.*

Op. 60: Po zalemování robot R1C vyjme díl z lemovky a odloží ho do želatinace, kde dochází k vytvrzení lepidla. Po vytvrzení vyjme díl a přesune ho pod stabilní "X" kleště, kde dováří 54 bodů. Poté celý díl odloží do pantovacího zařízení (operace 70) a vrací se do HP (viz obr. 31).



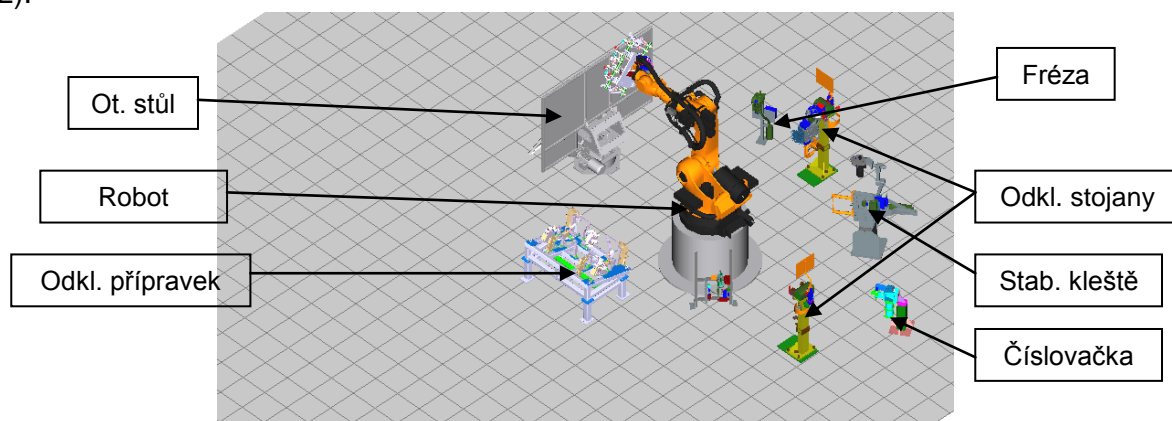
Obr. 31: Časová analýza robota R1C

Operace 70 + 80: Pracovník provede montáž pantů a přesune díl do finišovacího boxu, kde plech očistí od případných nečistot a odloží ho do palety.

### 5.2.2. Návrh rozmístění komponent linky SK462 kombi

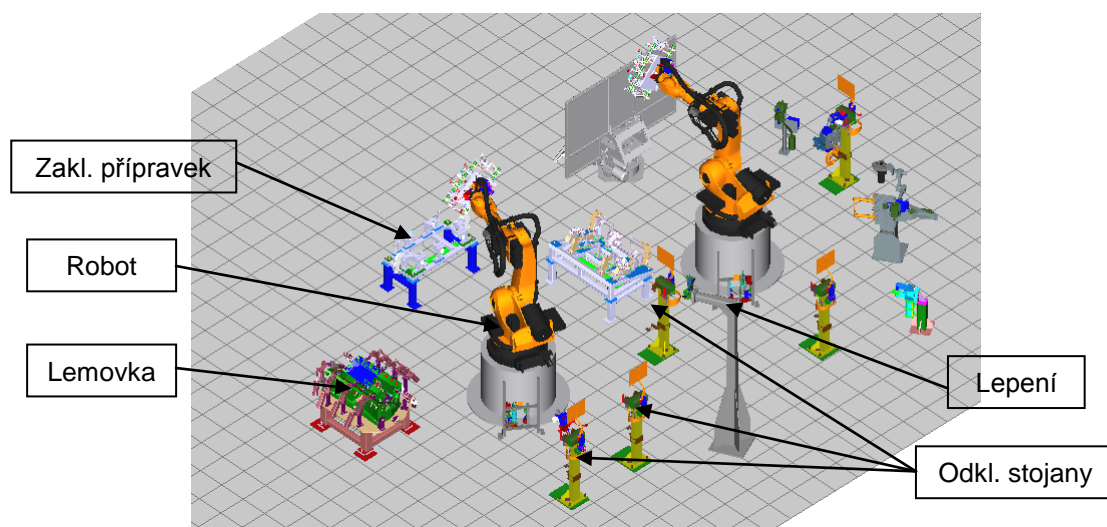
Návrh uspořádání jednotlivých komponent je jako u předchozího návrhu vytvořen ze standartních knihoven, který má program PD k dispozici a z knihoven starších projektů.

V první fázi jsem navrhl umístění pro 2polohový otočný stůl s přípravkem, do kterého se bude zakládat vnitřní díl a výztuhy. Dále umístění prvního robota na 1m podestě tak, aby bez problémů dosáhl do tohoto přípravku. Do manipulačního okruhu robota jsem poté umístil stabilní kleště, stojany pro odkládání kleští a greiferu, číslovačku a frézu pro frézování čepiček kleští. Do zamýšleného směru toku linky jsem umístil odkládací přípravek (viz obr. 32).



Obr. 32: První fáze návrhu nové linky SK462

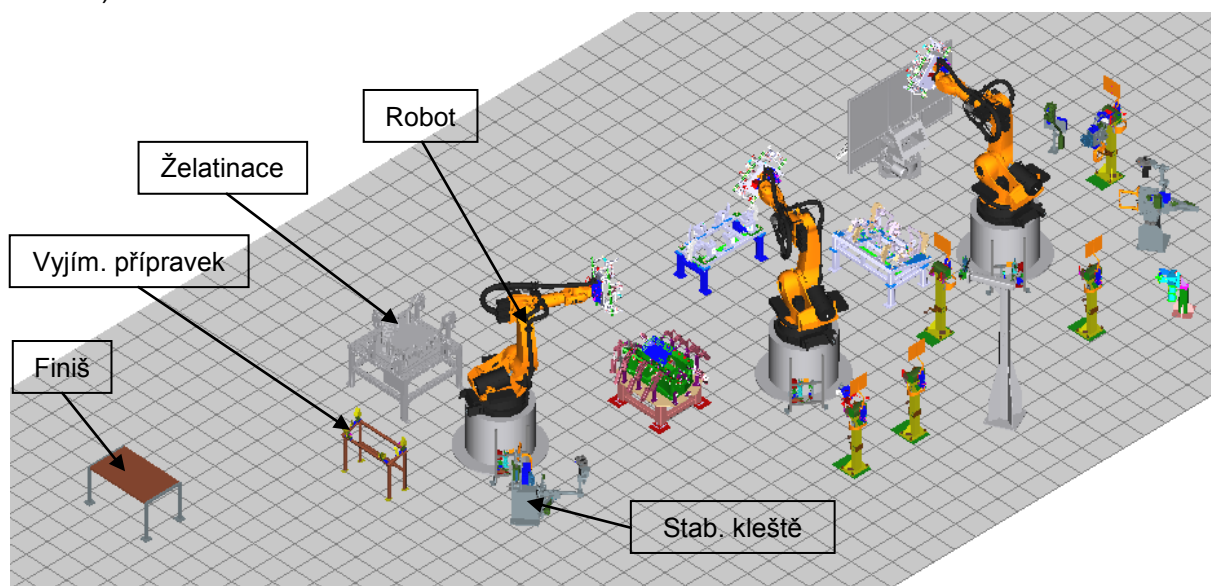
Ve druhé fázi jsem provedl umístění zakládacího přípravku pro vnější plech a druhého robota tak, aby byl robot v dosahu odkládacího a zakládacího přípravku, kde později dojde k sesazení plechů. Ve směru toku linky jsem umístil lemovku a v dosahu robota dále stojan pro nanášení lepidla, stojany pro odkládání greiferu, lepicí pistole a rolny (viz obr. 33).



Obr. 33: Druhá fáze návrhu nové linky SK462

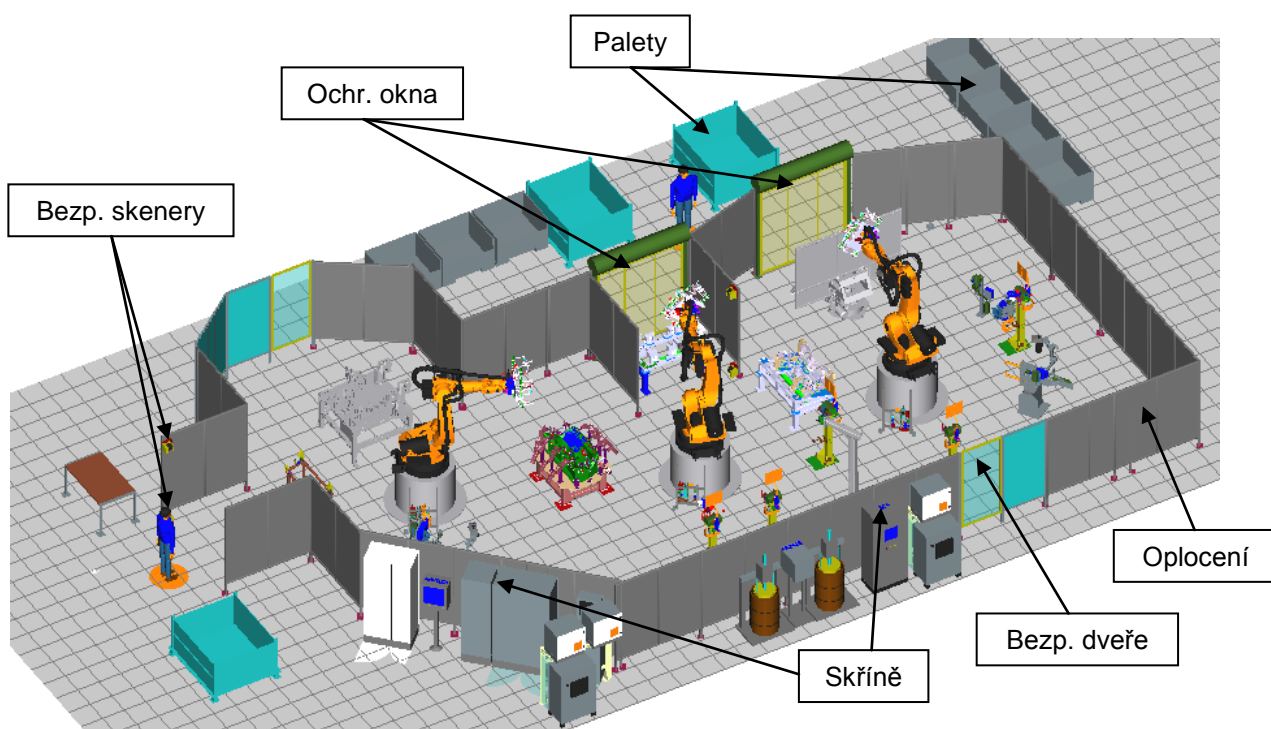


Ve třetí fázi jsem navrhl umístění třetího robota a želatinace. Robot a želatinace byly umístěny tak, aby robot mohl pohodlně vyjmout díl z lemovky a odložit ho do želatinace. Do okruhu robota jsem umístil stabilní kleště, vyjímací přípravek a mimo linku finišovací box (viz obr. 34).

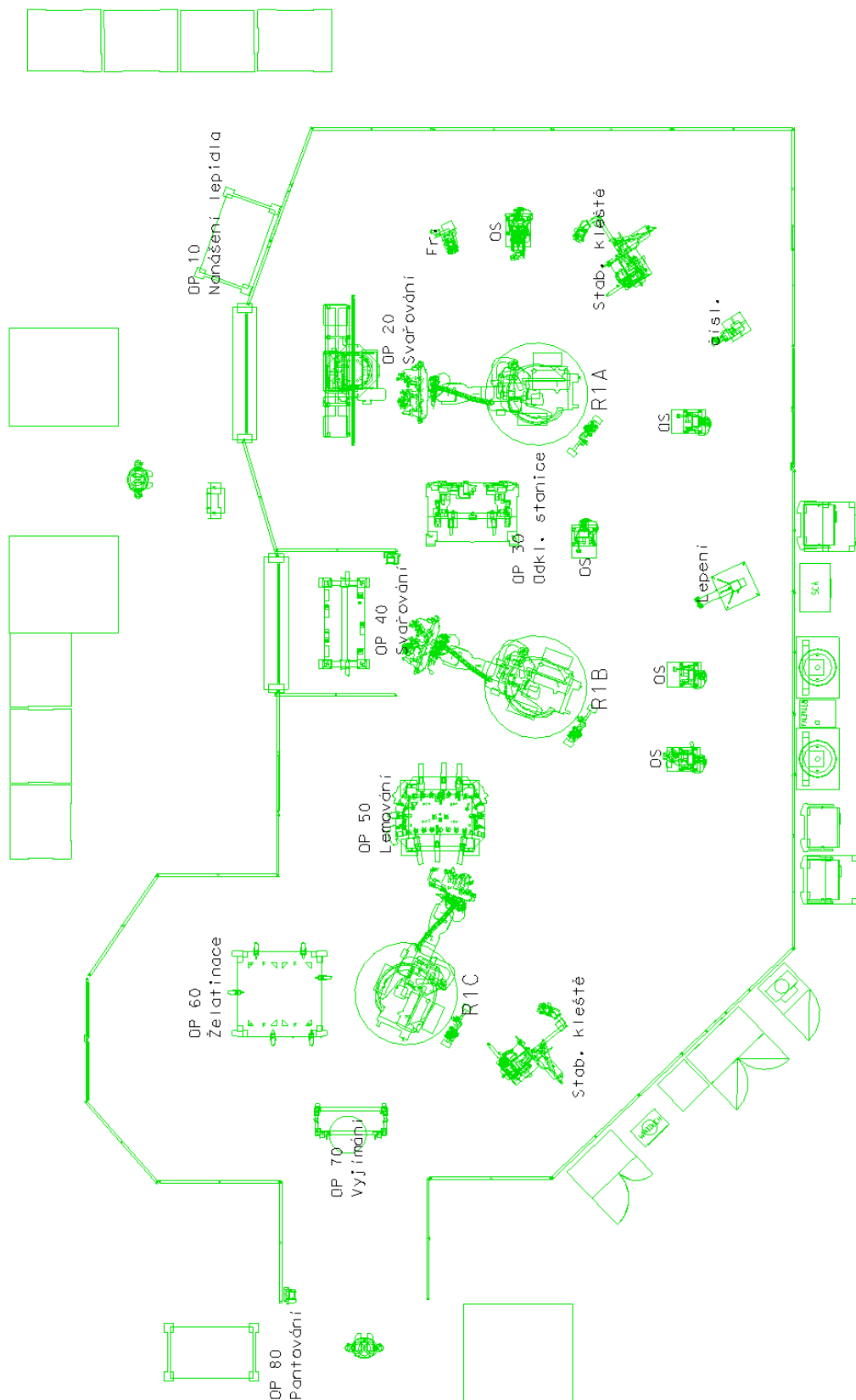


Obr. 34: Třetí fáze návrhu nové linky SK462

Čtvrtá a poslední fáze návrhu zahrnovala umístění oplocení linky, bezpečnostních dveří, ochranných oken, palet pro zásobování linky, robotových a řídících skříní. Nezbytnou součástí linky jsou opět bezpečnostní skenery, které při vstupu člověka do pracovní oblasti robota (v průběhu jeho činnosti) okamžitě zastaví celou linku (viz obr. 35).



Obr. 35: Čtvrtá fáze návrhu nové linky SK462



Obr. 36: Vyexportovaný layout z PD do Microstationu



### 5.3. Kroky, které budou následovat po návrhu linek

Po těchto návrzích dojde k předběžné simulaci svařovacích linek pomocí programu Robcad a současně se začíná s konstrukcí konkrétních zakládacích a vyjímacích přípravků, lemovek, želatinací a greiferů. Na výkresu jsou tzv. RPS body, které konstruktérům říkají, kde by měl být plech upnut nebo ustředěn. Podle toho zvolí určitý počet upínačů, tvarovek a středících čepů a jejich rozmístění. Pro výrobu je poté zhotovena výkresová dokumentace.

Když je hotová konstrukce, tak se začne simulovat linka už s konkrétními přípravky, greifery atd. Robotik pomocí této simulace zjistí: přesné dosahy robotů, proveditelnost operace, kolize, umístění a program robotů, simulace pohybu kabelů, přiřazení optimálních svařovacích kleští, optimalizace cesty robotů, časová analýza, programování robotů, rozmístění svařovacích bodů a robotů. Z této simulace se zjistí přesný čas jednotlivých operací.

Jakmile je vše odsimulováno a je vše v pořádku, tak je to znamením, že se mohou začít vyrábět přípravky, greifery atd. a objednávat nakupované komponenty. Mezi ně patří např. roboti, svařovací kleště, ochranná okna, otočné stoly, oplocení a skenery.

Další krok už probíhá v samotné hale. Celá linka je zaměřena geodetem, který na podlahu označí body, na které se budou komponenty stavět. Zaměření linky se provádí podle tzv. fundamentplánu (základového plánu). Následuje umístění zakládacích a svařovacích přípravků, montáž rozvodů médií, instalace nářadí na roboty (kleště, greifery), oživení robotů a přípravků, programování robotů a nastavení svařovacích parametrů (svařovací body). Když je vše jak má být, tak se linka uvede do provozu.

Následuje fáze optimalizace, do které patří termíny:

VFF (Vorserien Freigabe Fahrzeuge) – uvolnění předsériové výroby vozů

PVS (Produktionsvorserienfahrzeugen) – produkce předsériových vozů

OS – nultá série (vozidla nejsou uvolněna pro prodej)

A nakonec přichází nejdůležitější fáze:

SOP (Start Of Product) - začátek produkce vozů

## 6. Ekonomické zhodnocení

### 6.1. Přímé náklady na SK461

#### Operace 5:

Lepení ..... 5 000 €

#### Operace 10:

Zakládací přípravek ..... 50 000 €

#### Operace 20:

Zakládací přípravek ..... 50 000 €

Startovací dvouruční pult..... 2 000 €

#### Operace 30:

Robot ..... 100 000 €

Podesta pod robota ..... 5 000 €

RIP ..... 4 000 €

Adapter pro výměnu nástroje..... 10 000 €

Greífer ..... 20 000 €

Svařovací kleště "C" ..... 5 000 €

Stabilní kleště "X" ..... 7 000 €

Fréza 2x ..... 10 000 €

Lepení ..... 60 000 €

Číslovačka..... 10 000 €

Odkládací stojany 3x ..... 15 000 €

#### Operace 40:

Lepení ..... 60 000 €

**Operace 50:**

Lemovací přípravek ..... 80 000 €

**Operace 60:**

Robot ..... 100 000 €

Podesta pod robota ..... 5 000 €

RIP ..... 4 000 €

Adapter pro výměnu nástroje..... 10 000 €

Greifer ..... 20 000 €

Rolnová hlava ..... 20 000 €

Stabilní kleště "X" ..... 7 000 €

Želatinace..... 55 000 €

Odkládací stojany 2x ..... 10 000 €

**Operace 70:**

Vyjímací přípravek..... 50 000 €

**Operace 80:**

Pantovací přípravek ..... 70 000 €

Oplocení linky..... 10 000 €

Ochranné okno 2x ..... 30 000 €

Bezpečnostní skenery 6x ..... 18 000 €

Palety ..... 10 000 €

**CELKEM..... 912 000 €**

Pozn.: Ceny nejsou skutečné z důvodu utajení ze strany Škoda Auto a.s.

## 6.2. Přímé náklady na SK462

### Operace 10:

Lepení ..... 5 000 €

### Operace 20:

Otočný stůl ..... 10 000 €

Zakládací přípravek ..... 40 000 €

Robot ..... 100 000 €

Podesta pod robota ..... 5 000 €

RIP ..... 4 000 €

Adapter pro výměnu nástroje..... 10 000 €

Greifer ..... 20 000 €

Svařovací kleště "C ..... 5 000 €

Stabilní kleště "X ..... 7 000 €

Fréza ..... 5 000 €

Číslovačka..... 10 000 €

Odkládací stojany 2x ..... 10 000 €

### Operace 30:

Odkládací přípravek ..... 20 000 €

### Operace 40:

Zakládací přípravek ..... 50 000 €

Robot ..... 100 000 €

Podesta pod robota ..... 5 000 €

RIP ..... 4 000 €

Adapter pro výměnu nástroje..... 10 000 €

Greifer ..... 20 000 €

Rolnová hlava .....	20 000 €
Lepení .....	60 000 €
Odkládací stojany 3x .....	15 000 €

**Operace 50:**

Lemovací přípravek .....	100 000 €
--------------------------	-----------

**Operace 60:**

Robot .....	100 000 €
Podesta pod robota .....	5 000 €
RIP .....	4 000 €
Greífer .....	20 000 €
Želatinace.....	55 000 €
Stabilní kleště "X" .....	7 000 €

**Operace 70:**

Pantovací přípravek .....	60 000 €
---------------------------	----------

**Operace 80:**

Finišovací box .....	50 000 €
Oplocení linky.....	15 000 €
Ochranná okna.....	30 000 €
Bezpečnostní skenery 6x .....	18 000 €
Palety .....	10 000 €

**CELKEM .....** 1 009 000 €

Pozn.: Ceny nejsou skutečné z důvodu utajení ze strany Škoda Auto a.s.

### 6.3. Nepřímé náklady na SK461, SK462

Údržba strojů a zařízení .....	30 000 €
Spotřební náklady .....	15 000 €
Ostatní .....	10 000 €
<b>Celkem .....</b>	<b>55 000 €</b>

### 6.4. Doba návratnosti investic

Celkové náklady = 912 000 + 1 009 000 + 55 000 = **1 976 000 €**

Doba návratnosti je takové období, za které výnosy z investice přinesou hodnotu rovnající se nákladům na investici. Tato metoda slouží pro orientační rychlé výpočty. Kritérium návratnosti definuje management firmy. Doba návratnosti se vypočte jako podíl nákladů na investici a ročního příjmu.

$$Tu = \frac{\text{náklady na investici}}{\text{roční příjem}} \quad [\text{roky}]$$

V našem případě:

$$Tu = \frac{1\,976\,000}{1\,100\,000} = 1,8 \text{ roku}$$

Předpokládaná doba návratnosti investic je 1,8 roku.

Pozn.: Hodnota ročních příjmů není skutečná z důvodu utajení ze strany Škoda Auto a.s.

Škoda Auto a.s. investuje pouze do projektů, u kterých je předpokládaná doba návratnosti investic do 2 let.

## 7. Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo navržení dvou nových svařovacích linek pro nové provedení zadních dveří automobilu Škoda Superb, jehož výroba probíhá v Kvasinách.

V první části jsem charakterizoval objekty, které se na svařovacích linkách vyrábějí, tedy zadní dveře. Dále jsem popsal současnou metodu projektování a jednotlivé softwarové nástroje, které si při návrhu používají. Popsal jsem současný postup výroby a princip obou svařovacích linek a vytvořil k nim rozpad dílů a bodovací plán (viz. příloha).

Poté jsem začal se samotným návrhem obou svařovacích linek. Navrhl jsem postup výroby obou provedení a robotům jsem přiřadil čas. Dále jsem pro daný postup výroby navrhl rozmístění jednotlivých komponent a zařízení. Tento návrh jsem provedl pomocí programu Procces Designer, se kterým jsem byl seznámen. Následně jsem popsal kroky, které by měly následovat po tomto návrhu svařovacích linek.

V poslední části jsem se zabýval ekonomickým vyhodnocením návrhu. Z důvodu utajení ze strany Škoda Auto a.s. jsem nemohl zveřejnit skutečné částky a pracoval jsem se změněnými hodnotami. Spočítal jsem předběžné přímé a nepřímé náklady na obě linky. Z těchto údajů jsem spočítal předběžnou dobu návratnosti investic. Pokud by projekt nesplnil podmínku firmy (doba návratnosti investic do 2 let), tak by do něj neinvestovala žádné prostředky.

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Nářadovna v Mladé Boleslavi	(str. 12)
Obrázek 2: Škoda Superb (SK461)	(str. 13)
Obrázek 3: Škoda Superb Kombi (SK462)	(str. 13)
Obrázek 4: Layout v programu Microstation	(str. 14)
Obrázek 5: Pracoviště v programu Process Designer	(str. 15)
Obrázek 6: Pracoviště v programu Robcad	(str. 16)
Obrázek 7: Svařovací přípravek v programu Catia V5	(str. 16)
Obrázek 8: Proces realizace svařovací linky	(str. 17)
Obrázek 9: Zadní dveře SK461	(str. 19)
Obrázek 10: Rozpad dílů SK461	(str. 20)
Obrázek 11: Zadní dveře SK462	(str. 21)
Obrázek 12: Rozpad dílů SK462	(str. 22)
Obrázek 13: Robot s greiferem a dílem	(str. 23)
Obrázek 14: Robotické svařování	(str. 23)
Obrázek 15: Svařování pod stabilními kleštěmi	(str. 24)
Obrázek 16: Nanášení lepidla pod stojanem	(str. 24)
Obrázek 17: Rolnové lemování	(str. 25)
Obrázek 18: Želatinace	(str. 25)
Obrázek 19: Layout linky zadního víka SK461 Limuzína	(str. 26)
Obrázek 20: Pohled na linku SK461 v programu Procces Designer	(str. 26)
Obrázek 21: Layout linky zadního víka SK462 Kombi	(str. 29)
Obrázek 22: Pohled na linku SK462 v programu Procces Designer	(str. 29)
Obrázek 23: Časová analýza robota R1A	(str. 33)
Obrázek 24: Časová analýza robota R1B	(str. 34)
Obrázek 25: První fáze návrhu nové linky SK461	(str. 34)
Obrázek 26: Druhá fáze návrhu nové linky SK461	(str. 35)



Obrázek 27: Třetí fáze návrhu nové linky SK461	(str. 35)
Obrázek 28: Vyexportovaný layout z PD do Microstationu	(str. 36)
Obrázek 29: Časová analýza robota R1A	(str. 37)
Obrázek 30: Časová analýza robota R1B	(str. 38)
Obrázek 31: Časová analýza robota R1C	(str. 38)
Obrázek 32: První fáze návrhu nové linky SK462	(str. 39)
Obrázek 33: Druhá fáze návrhu nové linky SK462	(str. 39)
Obrázek 34: Třetí fáze návrhu nové linky SK462	(str. 40)
Obrázek 35: Čtvrtá fáze návrhu nové linky SK462	(str. 40)
Obrázek 36: Vyexportovaný layout z PD do Microstationu	(str. 41)

### **Seznam použité literatury:**

VIGNER, M., ZELENKA, A., KRÁL, M., *Metodika projektování výrobních procesů*, SNTL/ALFA, 1984. 592 s. ISBN 04-246-84.

KAVAN, M., *Výrobní a provozní management*, Praha GRADA, 2002. vyd. 1. 424 s. ISBN 80-247-0199-5.

TOMEK, G., VÁVROVÁ, V., *Řízení výroby a nákupu*, GRADA Publishing, 2007. 384 s. ISBN 80-247-1479-5.

Doc. Ing. DRASKÝ, J., *Technologické projektování výroby strojů*, SNTL Praha, 1963. 205 s.

MUTHER, R., *Systémové projektování*, STNL Praha, 1970. 198 s. ISBN 04-321-69

### **Citace:**

[1] Cit.: Škoda Mobil, č. 4, str. 7, 12. dubna 2010

## **PŘÍLOHY**